

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE  
PALO BLANCO, DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA  
DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR  
NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO**

**ASESOR  
MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
<https://orcid.org/0000-0001-9750-1247>**

**Chiclayo, 2020**

**ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE  
PALO BLANCO, DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA  
DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA, 2019**

PRESENTADA POR:  
**NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Segundo Guillermo Carranza Cieza  
PRESIDENTE

Ovidio Serrano Zelada  
SECRETARIO

Marlon Robert Cubas Armas  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres, hermano y primos. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres y hermanos, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos quien soy ahora. Los amo con mi vida.

**Neisser Eric Vasquez Limo.**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi padre, mi madre, a mi hermano y a toda mi familia en general; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último a mis compañeros de clase porque con esa armonía hemos logrado muchas cosas y a mi asesor de tesis quién nos ayudó en todo momento.

**Neisser Eric Vasquez Limo.**



## RESUMEN

El documento presenta la ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO, DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA, 2018. El tramo de la ubicación del puente es afectado gradualmente por el Río Palo Blanco, el cual ha aumentado su caudal debido a la activación de las quebradas, impidiendo así la comunicación de los caseríos aledaños al C. P. Palo Blanco, Distrito de Olmos. En el año 2017, el Perú presenció devastadores fenómenos naturales a causa del fenómeno El niño, el cual destruyó cuatro mil kilómetros de caminos rurales, 4,391 kilómetros de carreteras y 489 puentes quedaron destruidos en todo el país [1]. M.T.C. adoptó como prioridad la construcción de puentes modulares en la sierra de Piura, el plan de acción se denominó "Reconstrucción con cambios". Por esta razón, y dentro del marco de proyección social de USAT, se propone este trabajo. Se realizó los estudios preliminares. Del estudio de topografía, mecánica de suelos e hidrología se analizó la mejor ubicación y longitud de 42 m conformado por 2 vigas de acero de alma llena y una losa de concreto con 4.5 m de ancho, del estudio de tránsito e hidráulica se propuso el diseño del Puente tipo compuesto con vigas de acero y losa de concreto. Finalmente el proyecto tiene un presupuesto de 2 751 741.84 soles.

**PALABRAS CLAVE:** Topografía, hidráulica, hidrología, puentes, parámetros geomorfológicos, MTC.

## ABSTRACT

This document presents the ELABORATION OF THE TECHNICAL RECORD OF THE PALO BLANCO BRIDGE, HUARMACA DISTRICT, PROVINCE OF HUANCABAMBA, DEPARTMENT OF PIURA, 2018. The section of the bridge location is gradually affected by the Palo Blanco River, which has increased its flow due to the activation of the creeks, thus preventing the communication of the surrounding villages to the Palo Blanco CP, Olmos District. In 2017, Peru witnessed devastating natural phenomena because of the El Niño phenomenon, which destroyed four thousand kilometers of rural roads, 4,391 kilometers of roads and 489 bridges were destroyed throughout the country [1]. M.T.C. adopted as a priority the construction of modular bridges in the Sierra de Piura, the action plan was called "Reconstruction with changes". For this reason, and within the framework of USAT social projection, this work is proposed. Preliminary studies were performed. From the study of topography, soil mechanics and hydrology, the best location and length of 42 m was analyzed, consisting of 2 steel beams with a full soul and a concrete slab 4.5 m wide, the design of traffic and hydraulics proposed the design of the composite bridge with steel beams and concrete slab. Finally, the project has a budget of 1,725,468.86 soles.

**KEYWORDS:** Topography, hydraulics, hydrological, bridges, geomorphological parameters. MTC.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Bases teórico científicas. ....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	12
3.1. Tipo y nivel de investigación .....	12
3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.3. Procedimientos .....	12
3.3.1. Estudio Topográfico.....	12
3.3.2. Estudio de Mecánica de Suelos.....	15
3.3.3. Estudio Hidrológico .....	20
3.3.4. Estudio Hidráulico .....	22
3.3.5. Estudio de Tránsito .....	30
3.3.6. Evaluación de Impacto ambiental .....	32
3.3.7. Diseño estructural .....	36
IV. RESULTADOS.....	43
4.1. Estudio Topográfico .....	43
4.2. Estudio de Suelos .....	45
4.2.1. Estudio Geo eléctrico .....	45
4.3. Estudio Hidrológico.....	54
4.4. Estudio Hidráulico.....	60
4.5. Estudio de Tránsito.....	75
4.6. Estudio de Impacto Ambiental .....	81
4.7. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	107
4.8. METRADOS .....	119
4.9. PRESUPUESTO.....	126
4.9.1. Análisis de costos unitarios.....	126
4.9.2. Desagregado de gastos generales .....	148
4.9.3. Desagregado de Gastos de Supervisión .....	151
4.9.4. Resumen del presupuesto.....	152
4.9.5. Fórmula polinómica .....	153
4.9.6. Relación de Insumos y Equipo mínimo .....	154
V. DISCUSIÓN .....	158
VI. CONCLUSIONES. ....	159
VII. RECOMENDACIONES.....	160
VIII. LISTA DE REFERENCIAS.....	161
IX. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	273

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO N° 01: DOCUMENTOS

ANEXO N° 02: TABLAS

ANEXO N° 03: CUADROS

ANEXO N° 04: GRAFICOS

ANEXO N° 05: FOTOGRAFÍAS

ANEXO N° 06: IMAGENES

ANEXO N° 07: ESTUDIO GEO ELECTRICO

ANEXO N° 08: MEMORIA DE CÁLCULO

ANEXO N° 09: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO N° 10: PLANOS

## I. INTRODUCCIÓN

Los puentes constituyen una infraestructura de conectividad estratégica entre centros poblados, distritos, provincias, departamentos, ciudades y países, cuya intervención se debe programar para dar respuesta a nuevas exigencias de crecimiento y desarrollo, el incremento de cargas, tránsito seguro de vehículos y peatones. Es de suma importancia indicar que los puentes sirven como medio de comunicación para el desarrollo socioeconómico de los pueblos.

El Perú en el 2012 cuenta con aproximadamente 2227 mil estructuras de puentes en las carreteras de la Red Vial Nacional haciendo un total de 23 072 kilómetros. Durante el periodo 2012- 2020 tienen un promedio de 1400 puentes para ejecutar [2]. Durante el último año el país sufrió un devastador fenómeno El Niño, que dejó constatar la deficiente preparación de diferentes regiones del Perú en cuanto a obras de ingeniería como lo son, estructuras viales y estructuras hidráulicas. Entre las infraestructuras más importantes se estima que 242 puentes, 2629 kilómetros de carreteras y 19 800 viviendas fueron destruidas [3].

En la región Piura, así como diferentes regiones del norte del Perú, fue la región más afectada en el fenómeno El niño del año 2017. Se registró más de 15 mil personas aisladas en la sierra de Piura, desde Tambogrande hasta Morropón, Ayabaca y Huacabamba., impidiendo la comunicación de los caseríos con dichas provincias, debido a las grandes avenidas de agua por las quebradas que impedía el paso en las carreteras, dejándolos sin distintos recursos, ya sean alimentos, hogares destruidos, familiares perdidos, entre otros [4].

El problema de deslizamiento de cerros, producto de las lluvias durante el fenómeno El niño tuvo efecto activando quebradas e interrumpiendo la carretera Fernando Belaunde Terry; viéndose afectados caseríos y centros poblados del distrito de Huarmaca, existiendo aproximadamente 40 centros poblados afectados y un total de 3 540 habitantes, entre ellos el más perjudicado fue el centro poblado Palo Blanco con una población al 2003 de 440 habitantes (*Ver tabla N° 2.1*) [5].

Actualmente el Perú es conocido en el mundo por su gran atractivo turístico, debido a su gran biodiversidad, historia y bagaje cultural, para el Perú el turismo es uno de los ejes de desarrollo. El distrito de Huarmaca cuenta con potenciales lugares turísticos algunos que requieren mantenimiento y otras que se mantienen en buen estado de conservación. (*Ver Cuadro N°3.3*).

En lo que respecta al sector educación, la I.E. Juan Velasco Alvarado de nivel primario no cuenta con las condiciones básicas para una educación de calidad. (*Ver Fotografía N°5.4*). Los

estudiantes optan por continuar sus estudios en Olmos, las cuales se ven afectadas por las grandes avenidas y crecidas del río Palo Blanco.(*Ver Cuadro N°3.5*).

Respecto al aspecto social, este proyecto ayudará a mejorar la comunicación entre los caseríos y centros poblados del distrito de Huarmaca con el distrito de Olmos, como se observa en el *Cuadro 2.2 en Anexos*, Huarmaca es el Distrito de Huancabamba con mayor población en zonas rurales, es por ello que su incidencia de pobreza supera el 80%, las cuales requieren atención. (*Ver Gráfico N°4.5*).

En cuanto al aspecto de la salud, el índice de mortalidad infantil del distrito de Huarmaca es el mayor en la provincia de Huancabamba (*Ver Gráfico N°4.4*), el centro poblado Palo Blanco cuenta con un Puesto de Salud CAS, el cual solo brinda atención primaria, los mayores afectados son los niños por la falta de atención médica, sin alguna ambulancia que permita trasladar a los asistidos al centro de salud más cercano que está en Olmos el cual cuenta con los implementos necesarios para satisfacer la demanda en problemas sanitarios del sector.(*Ver Fotografía N°5.7*).

Como parte del plan de la “Reconstrucción con Cambios”, el MTC ha aprobado 1,586.95 millones de soles para la reconstrucción de puentes y carreteras para el país, se tiene previsto entre el 2018 y el 2020 ejecutar 192 puentes [3]. Con el fin de aumentar la magnitud de visitantes a dicha zona y darles una mejor calidad de vida a los pobladores; el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la reconstrucción con cambios ha optado por conveniente ejecutar el expediente técnico del Puente Palo grande.

Por lo antes mencionado, este proyecto centra su atención en el diseño definitivo del Puente Palo Blanco, de tal manera solucione los problemas anteriormente mencionados y satisfaga las necesidades y ayude a mejorar la calidad de vida de los pobladores beneficiados.

Según la problemática que tiene este proyecto, la propuesta de diseño definitivo tiene como finalidad solucionar una variedad de problemas ocasionados por la infraestructura inexistente, debido a las grandes precipitaciones (lluvia) que afectan en gran magnitud a los caseríos aledaños. Mejorará el tránsito de las personas que se dirigen a sus centros educativos, trabajo y centros de salud.

Respecto al ámbito de desarrollo y aporte de la investigación:

En el **aspecto educativo**, la construcción del puente definitivo Palo Blanco, permitirá a los menores de edad de los caseríos aledaños tengan una educación constante, sin ningún tipo de interrupción por las precipitaciones (lluvias) y cuenten con los niveles de estudios necesarios.

En el **aspecto técnico**, la construcción de estructuras de Puentes es un reto para la ingeniería debido a las dificultades topográficas y diferentes estratos de suelos que influye en la elección

de las cimentaciones y tipo de estructuras. El desarrollo de la investigación dará un aporte el cual brindará recomendaciones acerca de dicho proyecto.

En el **aspecto comercial**, permitirá la circulación de camiones con productos agrícolas entre los caseríos del distrito de Huarmaca y el distrito de Olmos. (*Ver Gráfico 4.5*). Así como también atraer a más turistas hacía los famosos centros turísticos,

En el **aspecto social**, este proyecto toma como prioridad contribuir a la “Reconstrucción con Cambios” alineándose a los objetivos del estado.

En el **aspecto ambiental**, se reducirá la contaminación del agua por la transitabilidad de los vehículos por el río Palo Blanco, también reducir la distancia de recorrido de los vehículos, que generan una contaminación con propagación del dióxido de carbono.

En el **aspecto salud**, se permitirá que los pobladores tengan acceso a postas médicas vecinas, no vean interrumpidos el viaje y atender sus emergencias de salud.

En el **aspecto ético profesional**, este proyecto incentivará a la comunidad de Ing. Civil a realizar proyectos de labor social, y también ayudará en la reconstrucción de nuestro país.

En base a dicha situación se planteó como objetivo principal elaborar el diseño definitivo del puente Palo Blanco.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Bases teórico científicas.

Del tema de investigación propuesta se han considerado las siguientes bases teóricas, por ser necesario su conocimiento.

**LRFD Bridge Design Specification. 2014. Estados Unidos. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).**

Las especificaciones contienen los requisitos para el diseño, evaluación y habilitación de puentes carreteros.

**Manual de Puentes MTC – Enero 2018.**

El Manual de Puentes brinda pautas necesarias, que servirán de gran ayuda para el presente trabajo de investigación, entre estas pautas tenemos el estudio de suelos, estudios topográficos, estudios de hidrología e hidráulica, estudio de impacto ambiental, estudio de tráfico y estudios complementarios, así como la clasificación de puentes y optar por la mejor opción de nuestro tipo, ubicación y longitud de puente.

**Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje MTC – Enero 2012:**

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje nos brinda conceptos básicos, también tablas e información necesaria para el desarrollo del presente proyecto, entre los cuales podremos observar: Vida útil de diferentes estructuras, modelos de distribución para el análisis estadístico de los datos hidrológicos, métodos para la determinación del caudal, etc.

**Norma E.090: Estructura Metálicas. 2016, Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones.**

Esta norma contiene algunos requisitos y parámetros de diseño para el análisis de estructuras metálicas, así también como sus conexiones. Se realizará el análisis que se requiera empleando esta norma.

**Arturo Rodríguez Serquén. 2016. Puentes con ASSHTO – LRDF 2014.**

Este libro explica las normas técnicas del Manual de Puentes usando problemas reales de puentes ya sean diseños de la “subestructura” como de la “superestructura”.

**Nelson y McCormac. 2006. Analisis de estructuras – Métodos clásico y matricial.**

Lo más resaltante de este libro es que explica el cálculo de cargas móviles en puentes y la teoría de las líneas de influencia.

**César Alvarado Calderón. 2008. Análisis y Diseño de Puentes según AASHTO – LRFD con aplicación del SAP 2000 (ICG).**

Lo más resaltante es que contiene modelamiento de puentes tipo sección cajón de concreto postensado, en SAP 2000 basado en la norma AASHTO y el método LRFD.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

De acuerdo al diseño de investigación es descriptiva, porque consiste en el proceso fundamentalmente exploratorio, debido a sus estudios que durante el proyecto se realizaron.

De acuerdo al fin que se persigue es aplicativa, porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos.

#### 3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Observación:** se registrará visualmente mediante visitas de la zona de trabajo, ya sea para la evaluación de impacto ambiental, como información para el diseño del Puente definitivo Palo Blanco.

**Entrevista:** Se considera tener una comunicación personal con personas que harán uso del puente y de qué manera serían beneficiadas (ya sea para llegar sus centros laborales, abastecimiento de alimentos, etc), así como también una reunión con el director del I.E. de Juan Velasco Alvarado para solicitar información del número de estudiantes afectados por el río Palo Blanco.

**Medición de la dirección del viento:** Se realizará dicha medición con teniendo en cuenta los instrumentos: un jalón, una brújula y una tela en 3 tiempos, mañana tarde y noche. Cabe resaltar que esta información será necesaria si se opta por un puente metálico.

**Estudio de tráfico:** Según este estudio se tendrá una idea de los carros de diseño que transitarán por el puente definitivo Palo Blanco.

**Estudio de suelos:** Según la mejor ubicación del puente se planea hacer un estudio en sus apoyos, En este caso, dos calicatas, de ser necesario hacer un estudio más preciso debido a la presencia de material rocoso se utilizará un estudio geo-eléctrico.

**Levantamiento topográfico:** Se un levantamiento topográfico de la zona afectada, donde se propone el puente definitivo Palo Blanco. Se utilizará: Nivel topográfico, estación total, prismas y mira.

#### 3.3. Procedimientos

##### 3.3.1. Estudio Topográfico

##### 3.3.1.1. Introducción

En lo que respecta a la ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO, se efectuó el estudio topográfico en el área de influencia del puente, con el objeto de determinar las características en planta y elevación del terreno.

Consideraciones básicas que comprende el estudio topográfico del presente informe:



Planos en autocad en escala entre 1:500 y 1:2000, cuyas curvas de nivel deberán estar intercaladas de 1m y comprendiendo 100 m a cada lado del puente como mínimo para la proyección longitudinal de la carretera.

Para el levantamiento topográfico de puentes, se hace un estudio detallado del fondo, obteniendo las cotas necesarias para realizar las secciones transversales del cauce.

Ubicación e indicación de cotas referenciales entre, puntos de inflexión y puntos de inicio y término de tramos curvos; ubicación o colocación de B.M o *Bench Mark.*, las cuales serán necesarias para el replanteo del proyecto. [6]

Levantamiento catastral de las zonas aledañas al puente, en lo que respecta a edificaciones, postas, colegios u otras obras que interfieran con el puente o sus accesos o que requieran ser expropiadas, en el levantamiento es necesario verificar con fotografías lo que se tiene en el plano puesto que con el transcurrir del tiempo estas edificaciones pueden ser demolidas o deteriorarse, para ello es necesario el reconocimiento de campo y verificación del informe de parte del contratista.

En lo que respecta a este proyecto, se ha optado por tomar las consideraciones respectivas como, hacer el levantamiento de aproximadamente 150 m respecto al lado izquierdo del puente y 125 m al lado derecho del puente (correspondiente al eje de la carretera). En cuanto al levantamiento del cauce del río, aguas arriba se hizo un levantamiento de 220 m y aguas abajo de 180 m. Necesariamente se hizo el estudio previo con Google Earth para ubicar las edificaciones cercanas al proyecto, las cuales fueron levantadas para su debida consideración. Se utilizó la metodología del Manual de Puentes 2016, siguiendo sus lineamientos.

### **3.3.1.2. Objetivos**

El principal objetivo del estudio topográfico es recolectar, procesar y proporcionar información base para complementar los estudios de geología, hidrología, hidráulica y geotécnica.

Facilitar el planteamiento de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.

Establecer puntos de control (los cuales tienen que estar permanentes en el tiempo) para el replanteo durante la construcción.

### **3.3.1.3. Importancia**

Llevar la información del terreno y todas sus características desde su relieve al plano para proyectar las obras correspondientes y elaborar los planos tanto de diseño geométrico de accesos como de ubicación de obras de protección.

### **3.3.1.4. Ubicación del área de estudio**

El área de estudio que comprende el emplazamiento del puente se encuentra ubicada hidrográficamente sobre el río Palo Blanco. Políticamente el puente se encuentra ubicado en:

Departamento : Piura  
 Provincia : Huancabamba  
 Distrito : Huarmaca  
 Ruta : Red Vial Vecinal PI -938

Geográficamente se ubican en las siguientes coordenadas UTM del Caserío Palo Blanco:

Zona : 17 M  
 Coordenadas Norte : 935 2182 m  
 Coordenadas Este : 649 287 m  
 Altitud : 320 m.s.n.m.

### **3.3.1.5. Recopilación de Información**

Para la elaboración del estudio, se ha obtenido la siguiente información:

Imágenes satelitales (Google Earth)

Carta Nacional 1/100 000

### **3.3.1.6. Equipos Utilizados**

Estación Total:

Marca : Topcon  
 Modelo : Gpt 3105 w  
 Precisión Angular : 5  
 Resolución Angular de Pantalla : Configurable de 1" a 5"  
 Memoria Interna : 8 000 Puntos  
 Alcance Longitudinal : con 1 prisma 3.000 m  
 Alcance Longitudinal sin prisma 350 m  
 Precisión Lineal con prisma /sin prisma: +- (2 mm + 2 ppm x D) +- (3mm+2mm x D)  
 Aumento del antejo : 30X

GPS:

Marca : eTrex Legend  
 Dimensiones físicas : 2.0" x 4.4" x 1.2" (5.1 x 11.2 x 3.0 cm)  
 Memoria/historial : 8 MB  
 Waypoints : 1 000

Rutas: 20

- Cálculo de áreas, Calendario de caza y pesca, Información astronómica

### 3.3.2. Estudio de Mecánica de Suelos

#### 3.3.2.1. Estudio Geoelectrico

##### 3.3.2.1.1. Objetivos

Los objetivos principales de las Investigaciones Geofísicas mediante el método de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV's), fueron los siguientes:

Obtener secciones en 1-D del parámetro de resistividad real del suelo; de las cuales podremos determinar la ubicación del probable basamento rocoso, de presentarse el caso, mediante la identificación de áreas que presenten una elevación anómala del valor de resistividad del terreno.

Distinguir las capas del subsuelo, según sus resistividades eléctricas, predominante en cada una de ellas e inferir en forma aproximada, su grado de permeabilidad.

Determinar los espesores de las capas mencionadas.

- Generar perfiles litológicos para ambos sondajes, que establezcan una aproximación del material que conforman los estratos existentes en la zona de influencia.

##### 3.3.2.1.2. Ubicación de la zona

Está ubicada en la Región de Piura, Provincia de Huancabamba, distrito de Huarmaca, sector Palo Blanco, en las márgenes del río Palo Blanco.

A continuación se presenta el Cuadro N° 01 e Imagen N° 01 con las coordenadas UTM (Datum WGS 84) y ubicación de los sondajes realizados, respectivamente.

**Cuadro N° 3.6 – Coordenadas UTM de Sondajes Eléctricos Verticales**

N° SEV	NORTE	ESTE
01 – Margen Izquierda	9352175	649275
02 – Margen Derecha	9351214	649295

**Imagen N° 01** – Vista satelital de Sondajes Eléctricos Verticales (Google Earth)

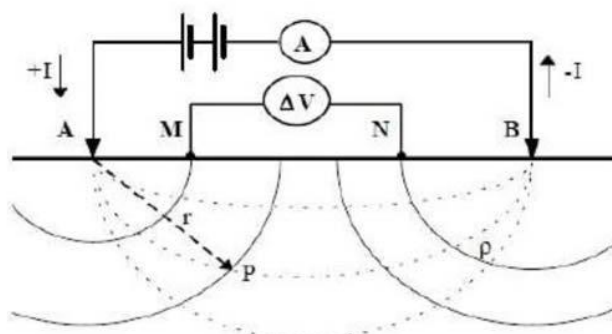


### 3.3.2.1.3. Método de prospección Geo eléctrica

Los materiales de la tierra presentan la característica de conductividad eléctrica (facilidad del paso de la corriente eléctrica) que, entre otros factores, depende de la humedad y salinidad del agua contenida en dichos materiales.

Se concluye, por tanto, que midiendo esta conductividad, o su inversa, que es la resistividad (propiedad específica de los materiales que se refiere a la dificultad ofrecida al paso de la corriente eléctrica), se puede determinar el corte geológico aproximado del subsuelo e identificar así la profundidad y espesor probables de capas subterráneas.

**FIGURA N° 01** – Principio de medida de la resistividad del suelo



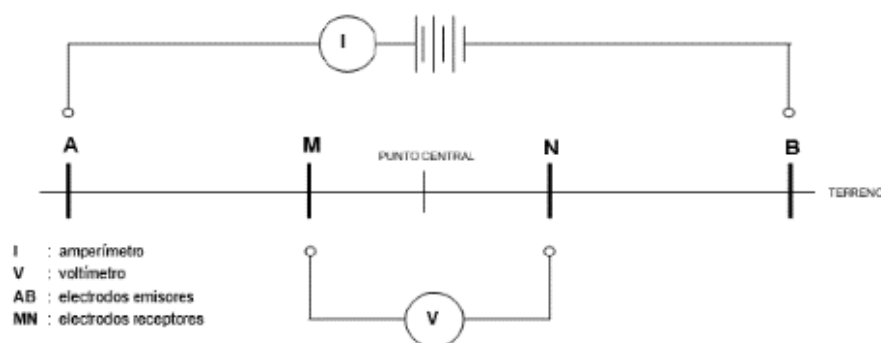
La prospección geo eléctrica consiste en la medida de los valores de resistividad del subsuelo mediante la técnica del Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) cuyo principio básico radica en medir

una caída de tensión o voltaje causada por el paso de una corriente eléctrica a través del terreno investigado, para lo cual se utilizan distintas configuraciones de electrodos emisores de corriente y receptores de voltaje.

Para el presente estudio se utilizó la configuración Schlumberger (FIGURA N° 02), que requiere de 4 puntos de contacto en el terreno: dos para crear un campo eléctrico a partir de una fuente de energía que puede ser un conjunto de baterías o un grupo electrógeno, denominados electrodos emisores de corriente AB, y dos para medir la caída de tensión que se produce alrededor del punto central ubicado entre los electrodos emisores, llamados electrodos receptores MN.

Los 4 electrodos son dispuestos simétricamente sobre una línea recta, y a medida que se aumenta la distancia entre electrodos emisores, la profundidad de penetración de la corriente eléctrica en el sub suelo también aumenta, con lo cual se van registrando los valores de resistividad de las capas más profundas. De esta manera se obtiene una curva de resistividades del subsuelo que es función de la profundidad.

FIGURA N° 02– Dispositivo Schlumberger. Configuración simétrica



El SEV finaliza para una separación máxima de electrodos AB, y se procede a cambiar de locación con el objeto de realizar otro SEV.

Con los resultados obtenidos, se puede establecer la curva de variaciones de resistividad aparente, en función de la distancia entre el electrodo y el centro del sistema. A medida que la separación entre los electrodos aumenta, en general también se incrementa la profundidad de investigación.

Los pares de valores resistividad aparente/distancia se pasan a un gráfico bilogarítmico y dan como resultado una "curva de campo", que posteriormente se interpreta por métodos cualitativos, cuantitativos manuales y por computadora.

Los resultados de esta interpretación permiten distinguir capas a partir de sus H. Estos resultados son representativos para el punto central de medición y su proyección en profundidad.

Considerando el dispositivo Schlumberger, los SEV se pueden clasificar en función de la separación final entre A y B de la siguiente manera:

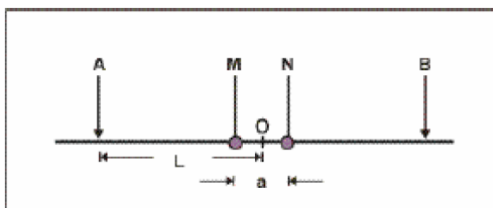
Cuadro N° 3.7 – Tipo de SEV – Dispositivo Schlumberger

TIPO DE SEV	LONGITUD	PRINCIPAL APLICACION
corto	AB hasta 250 m	Geotecnia y Arqueología
normal	250 m < AB < 2.500 m	Hidrogeología
largo	2.500 m < AB < 25.000 m	Prospección petrolera
muy largo	hasta 1 200 km	Investigación geofísica

#### 3.3.2.1.4. Dispositivo Schlumberger

Se disponen simétricamente los electrodos AMNB dispuestos en línea, donde la distancia MN es mucho menor que la distancia de los inyectores AB. Generalmente  $AB > 5 MN$ .

FIGURA N° 03 – Dispositivo Schlumberger



Los valores de resistividad aparente se representan en función de  $AB/2$  y la constante geométrica es:

$$K = \frac{\pi}{4MN} (AB^2 - MN^2) \approx \frac{\pi \cdot L^2}{a}, \quad (1)$$

En este dispositivo, la relación  $AB/MN$  se debe mantener lo más grande posible, en la práctica se tiene que  $4 \leq AB/MN \leq 20$ , y se cambia la línea MN cuando la medida de la diferencia de potencial es muy pequeña.

#### 3.3.2.1.5. Operación y registro de sondajes eléctricos verticales

“El objetivo de un SEV es la obtención de un modelo de variación de la resistividad aparente en función de la profundidad, a partir de mediciones realizadas en superficie. La profundidad alcanzada por la corriente aumenta a medida que crece la distancia AB, aunque generalmente no existe una relación de proporcionalidad entre ambas [14]”. Para generar y registrar un SEV se requiere:

**Circuito de emisión:** Integrado por una fuente de energía, un amperímetro para medir la intensidad de la corriente, puntos de emisión (A y B) consistentes en estacas metálicas de 0,5 a 1 m de largo y cables de transmisión [14].

**Circuito de recepción:** Compuesto por un milivoltímetro electrónico de alta impedancia y dos electrodos para la medición del potencial (M y N)

### 3.3.2.1.6. Procesamiento de SEV's

Es esta etapa el análisis inicial consiste en calificar la información de las diversas pulsaciones de corriente (proceso que se realiza en campo); ya en gabinete se verifica y se obtiene una base de datos final de acuerdo a los patrones de respuesta.

Dicha calificación se hace para dejar aquellos datos dudosos o anómalos.

Este proceso es mediante el programa **IPI2WIN**.

### 3.3.2.1.7. Consideraciones de interpretación

De acuerdo a la literatura, para poder hacer una interpretación, se debe tener en consideración algunos factores que influyen su valor en el terreno: grado de saturación del terreno, porosidad y la forma del poro, la salinidad del fluido, el tipo y composición del terreno, la temperatura, los procesos geológicos que afectan a los materiales, la presencia de materiales arcillosos con alta capacidad de intercambio catiónico.

Asimismo, se debe tener en cuenta que existe una directa relación entre la resistividad eléctrica y el grado de saturación del terreno, y que los valores pueden variar significativamente. En tal sentido, se debe tener claro el incremento o disminución de fluidos en el terreno ya sea en superficie o en profundidad.

Definida, las variaciones de terreno y obtenido los resultados de resistividad, se procede a delimitar las áreas en estratos o sectores.

### 3.3.2.1.8. Parámetros

Cuadro N° 3.8 – Parametros SEV's

Parámetro	Descripción
Configuración	Schulmberger
Espaciamiento entre electrodos	Según dispositivo
Quality Factor	2
Reading	Promedio
Voltaje	220 v - 5500 v
Número de mediciones por lectura	3

### 3.3.2.1.9. Instrumentos

El equipo que se utilizó para el levantamiento de los SEV:

Multímetro Fluke 87 V, de alta precisión (Uso: Voltímetro).

Multímetro Sanwa RD 701, (Uso: Amperímetro).

Generador HONDA – Potencia 3000 W.

Transformador de Voltaje (0, 110, 220, 350, 420, 550 V).

10 Electrodos de Acero Inoxidable.

02 Carretes con cables de corriente 12 AWG THW-90 (215 m c/u).



01 rectificador de corriente de 30 amperios.

Combas y llaves stillson

Calculador HP 50g.

GPS Garmin 64s.

Flexo metro 3m y 50m

### 3.3.3.2 Capacidad portante del terreno

Para fines prácticos y según las características del terreno, las cuales se hacen referencia en el estudio geo eléctrico, se ha optado tomar valores de referencia de la tabla N° 2.5 los suelos arcillosos poseen una baja capacidad de carga comparada con otros tipos de suelo, por lo tanto si la alteración existente es un suelo arcilloso entonces la capacidad de soporte es débil para los tipos de estructura que debe soportar. [11]

TABLA N° 2.5: Valores de cargas permisibles sobre suelos en kg/cm<sup>2</sup>

Tipos de suelos	Cargas permisibles (kg/cm <sup>2</sup> )
Cama de roca sólida cristalina masiva en buenas condiciones	100
Roca foliada (esquistos, pizarras) en buenas condiciones	40
Roca sedimentaria en buenas condiciones	15
Gravas o arena excepcionalmente compactas	10
Gravas compactas o mezcla de grava y arena	6
Grava suelta; arena gruesa compacta	4
Arena gruesa suelta o mezclas de arena: grava, arena fina compacta o arena gruesa confinada y húmeda	3
Arena fina suelta o húmeda, arena fina confinada	2
Arcilla rígida	4
Arcilla media rígida	2
Arcilla suave	1

Fuente: [11]

### 3.3.3. Estudio Hidrológico

#### 3.1.1.1 Introducción

El Estudio Hidrológico e Hidráulico para el diseño del Puente Palo Blanco, tiene como objeto determinar las características de los flujos superficiales y subterráneos en el tramo del Km 0 + 000 al Km 4 + 000.

Para la determinación de estas características en primer lugar se determinó los caudales para diferentes periodos de retorno (25, 50, 100, 140, 200 y 500 años) haciendo uso de la metodología del Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje.



En segundo lugar se determinó las principales características hidráulicas del flujo superficial tales como niveles de agua, socavación general y local, así como las protecciones necesarias que no permitan el asentamiento o volteo de la estructura del puente. La metodología utilizada es según los lineamientos del Manual de Diseño de Puentes del año 2018.

### **3.1.1.2 Objetivos**

Evaluar el caudal máximo de diseño en base a la información hidrológica.

Evaluar los niveles de agua máximos para los períodos de retorno estudiados.

Analizar el transporte de sedimentos que el río puede cargar durante un máximo transido de avenidas.

Analizar la profundidad de socavación general y local que se produce en los estribos del puente.

### **3.1.1.3 Importancia**

La importancia de realizar el estudio hidráulico radica en la necesidad de proyectar las dimensiones del puente necesarias para máximas avenidas, así como también el requerimiento de obras de protección.

### **3.1.1.4 Ubicación del área de estudio**

La cuenca Cascajal la cual aportaría datos de gran importancia a nuestro proyecto, cuenta con un área de 3942.36 km<sup>2</sup>, en cuanto a sus límites podemos indicar:

Norte : Cuenca del río Piura

Este : Cuenca del río Huancabamba

Oeste : Cuenca del río Olmos

Oeste : Océano Pacífico

El Río Palo Blanco, resulta de la unión de las quebradas Obrerito y Choloques. La quebrada Obreritos recibe el aporte de las aguas de las quebradas Santo, Paltos, y Lucma, mientras que la quebrada Choloques, recibe el aporte de las quebradas piedra Blanca, Algodona, Cuculí y Piedras Negras. [7]

### **3.1.1.5 Recopilación de Información**

Con el fin de reunir criterios adecuados para conocer el potencial erosionable, las características hidráulicas, hidrológicas y de drenaje del río se realizaron los estudios en las siguientes etapas:

Comprendió la recolección y análisis de documentación existente como estudios anteriores, cartografía, fotografías aéreas y pluviometría en el área de estudio. Tenemos la siguiente información recopilada:

1. Cartas Nacionales: 11- d, 12 – b, 12 – c, 12 – b, 13 – b y 13 – c, 1:100,00.
2. Capturas satelitales de Google Earth, para una evaluación del tiempo – historia.
3. Datos pluviométricos de la estación de Porculla (1986 -2013).

Trabajo de campo: Consistió en un recorrido de la zona de influencia para identificar los puntos críticos, para evaluarlos y definir las características tales como relieve, pendiente del río en la zona del puente, estabilidad, tipo de suelo, vegetación, cursos de aguas superficiales y subsuperficiales. Esta etapa se desarrolló de la siguiente manera:

1. Visita y recorrido en campo.
2. Verificación de los niveles máximos de agua marcados en las capas del talud lateral del río.

Fase de gabinete: Consistió en el procesamiento, análisis y determinación de los parámetros de diseño que permitieron evaluar el máximo caudal instantáneo que se produce en el río y las socavaciones en el lecho del río que pueden alterar las estructuras proyectadas.

### **3.3.4. Estudio Hidráulico**

#### **3.3.4.1. Introducción**

“Los puentes son estructuras mayores que forman parte del drenaje transversal de la carretera y permiten salvar o cruzar un obstáculo natural, el cual puede ser el curso de una quebrada o un río [8]”. El presente estudio hidráulico se determinará como puente a cuya estructura sea mayor o igual a 6 m.

#### **3.3.4.2. Objetivos**

- Evaluar el caudal máximo de diseño en base a la información hidrológica disponible.
- Determinación del tirante del río Palo Blanco, en diferentes periodos de retorno, para así analizar la mejor ubicación y dimensiones del Puente Palo Blanco.
- Analizar el transporte de sedimentos que el río puede cargar durante un máximo tránsito de avenidas.
- Cálculo de la socavación que afectará a los elementos del puente.
- Estimar las dimensiones que tendrá las obras de cauce para evacuar el caudal máximo, garantizando la continuidad del servicio en los períodos de lluvia desfavorables.

#### **3.3.4.3. Importancia**

La importancia del estudio hidráulico radica en la necesidad de proyectar y calibrar volúmenes de agua que atraviesan la sección, así como también evaluar los cambios drásticos que se pueden producir en el lecho del río o taludes.

### 3.3.4.4. Recopilación de Información

TABLA N° 2.6: TABLA DE COWAN PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE DIVERSOS FACTORES SOBRE EL COEFICIENTE “n”

CONDICIONES DEL CANAL		VALORES	
<b>Material Involucrado</b>	Tierra	n <sub>0</sub>	0.020
	Corte Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
<b>Grado de Irregularidad</b>	Suave	n <sub>1</sub>	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
<b>Variaciones de la Sección Transversal</b>	Gradual	n <sub>2</sub>	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.050
	Frecuentemente Alternante		0.010 - 0.015
<b>Efecto Relativo de las Obstrucciones</b>	Insignificante	n <sub>3</sub>	0.000
	Menor		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
<b>Vegetación</b>	Baja	n <sub>4</sub>	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy Alta		0.050 - 0.100
<b>Grado de los Efectos por Meandro</b>	Menor	m <sub>5</sub>	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: [8]

Donde:

n<sub>0</sub>: Rugosidad base para un canal recto, uniforme, prismático y con rugosidad homogénea.

n<sub>1</sub>: Rugosidad adicional debida a irregularidades superficiales del perímetro mojado a lo largo del tramo en estudio.

n<sub>2</sub>: Rugosidad adicional equivalente debida a variación de forma y de dimensiones de las secciones a lo largo del tramo en estudio

n<sub>3</sub>: Rugosidad equivalente debida a obstrucciones existentes en el cauce.

n<sub>4</sub>: Rugosidad adicional equivalente debida a la presencia de vegetación

m<sub>5</sub>: Factor de corrección para incorporar efecto de sinuosidad del cauce o presencia de meandros.

### 3.3.4.5. Socavación

“La socavación es un fenómeno hidrodinámico la cual es una causa frecuente de falla, esta afecta a las cimentaciones. Es una combinación de distintos procesos, algunos que se producen a largo plazo y otros transitorios por el paso de avenida [7]”.

#### 3.3.4.5.1. Socavación general del cauce.

“Para fines de estimación con el objetivo de diseño de puentes es usual adoptar un criterio conservador que consiste en calcular la máxima profundización posible del lecho, bajo una condición hidráulica dada [7]”.

Para la determinación de la socavación general se empleara el criterio de Lischtván - Levediev: Velocidad erosiva que es la velocidad media que se requiere para degradar el fondo está dado por las siguientes expresiones:

$$Ve = 0.60 \gamma_d^{1.18} bH; \frac{m}{seg}, \dots \text{Suelos Cohesivos} \quad (2)$$

$$Ve = 0.68 \beta d_m^{0.28} H_s^x; \frac{m}{seg}, \dots \text{Suelos no cohesivos} \quad (3)$$

En donde:

$Ve$  = Velocidad media suficiente para degradar el cauce en m/seg.

$\gamma_d$  = Peso específico del material seco que se encuentra a una profundidad  $H_s$ , medida desde la superficie del agua (t/m<sup>3</sup>)

$\beta$  = coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia.

Ver Tabla N° 2.11: Valores del coeficiente correctivo  $P_q$  en función de  $Q_1/Q$  página 21.

$x$  = es un exponente variable que está en función del peso volumétrico  $\gamma_s$  del material seco

$H_s$  = tirante considerado, a cuya profundidad se desea conocer qué valor de “Ve” se requiere para arrastrar y levantar al material (m)

$d_m$  = es el diámetro medio (en mm) de los granos del fondo obtenido según la expresión.

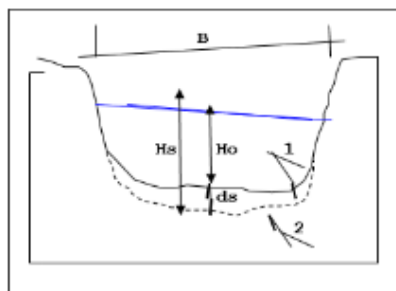
$$d_m = 0.01 \sum d_i p_i, \quad (4)$$

En el cual:

$d_i$  = diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza

$p_i$  = peso de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra. Las fracciones escogidas no deben ser iguales entre sí.

FIGURA N° 04: Perfil de la sección del puente.



Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodríguez A. (1992).

(1) - Perfil antes de la erosión.

(2) - Perfil después de la erosión

### 3.1.1.1.1 Profundidad de socavación en suelos homogéneos

Suelos no cohesivos:

$$H_s = \left[ \frac{\alpha H_0^{\frac{5}{3}}}{0.60 \beta d_m^{0.28}} \right]^{\frac{1}{1+x}}, \quad (5)$$

Siendo:

$$\alpha = \frac{Q}{H_m^{5/3} B e m}, \quad (6)$$

Donde:

$H_s$  = Profundidad de socavación

$H_0$  = Tirante antes de la erosión

$d_m$  = Diámetro medio (mm)

$B e$  = Ancho efectivo de la superficie del líquido en la sección transversal

$Q$  = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/seg.)

$m$  = Coeficiente de contracción. Ver tabla 2.7

$H_m$  = Profundidad media de la sección = Área /  $B e$

$x$  = Exponente variable que depende del diámetro del material y se encuentra en la tabla 2.8

Tabla N° 2.7: Coeficiente de contracción,  $\mu$ 

Velocidad media en la sección, en m / seg	Longitud libre entre dos estribos												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
4.00 o mayor	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

Tabla N° 2.8: Valores de x para suelos cohesivos y no cohesivos

SUELOS COHESIVOS		SUELOS NO COHESIVOS	
P. ESPECIFICO gd (Tn/m3)	x	dm (mm)	x
0.80	0.52	0.05	0.43
0.83	0.51	0.15	0.42
0.86	0.50	0.50	0.41
0.88	0.49	1.00	0.40
0.90	0.48	1.50	0.39
0.93	0.47	2.50	0.38
0.96	0.46	4.00	0.37
0.98	0.45	6.00	0.36
1.00	0.44	8.00	0.35
1.04	0.43	10.00	0.34
1.08	0.42	15.00	0.33
1.12	0.41	20.00	0.32
1.16	0.40	25.00	0.31
1.20	0.39	40.00	0.30
1.24	0.38	60.00	0.29
1.28	0.37	90.00	0.28
1.34	0.36	140.00	0.27
1.40	0.35	190.00	0.26
1.46	0.34	250.00	0.25
1.52	0.33	310.00	0.24
1.58	0.32	370.00	0.23
1.64	0.31	450.00	0.22
1.71	0.30	570.00	0.21
1.80	0.29	750.00	0.20
1.89	0.28	1000.00	0.19
2.00	0.27		

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

Tabla N° 2.9: Valores del coeficiente  $\beta$

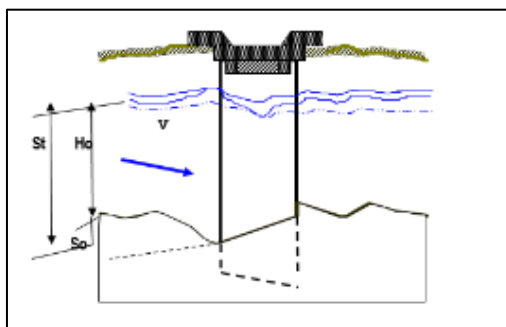
Periodo de retorno del gasto de diseño ( años )	Coeficiente $\beta$
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
140	1.01
500	1.05

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

### 3.1.1.1.2 Socavación al pie de los estribos

“El método que será expuesto se debe a K. F. Artamonov, este método permite determinar no solo la profundidad de socavación al pie de estribos, sino además al pie de espigones [7]”.

Figura N° 05: Perfil de la sección del puente – socavación en estribos.



Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

El tirante incrementado al pie de un estribo medido desde la superficie libre de la corriente, está dada por:

$$St = Pa Pq Pr Ho, \quad (7)$$

Donde:

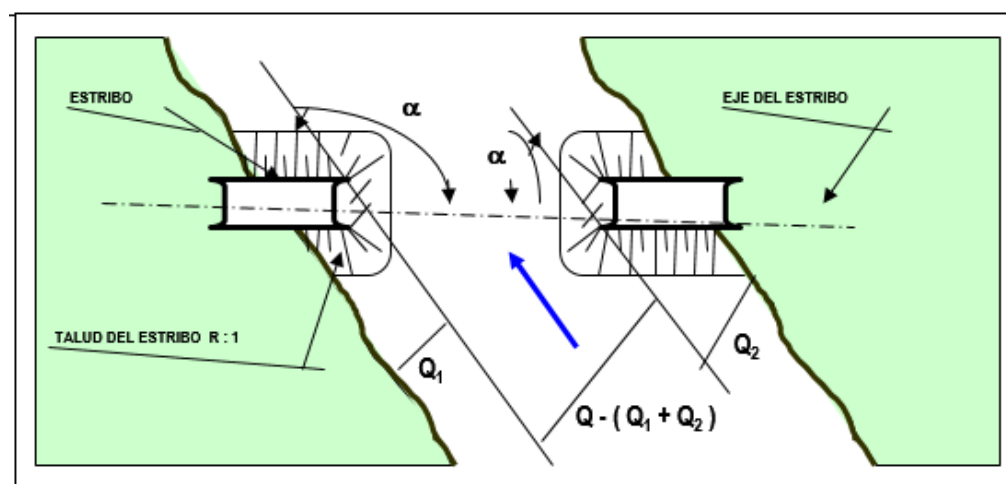
$P_\alpha$  = coeficiente que depende del ángulo  $\alpha$  que forma el eje del puente con la corriente, como se indica en la figura siguiente; su valor se puede encontrar en la tabla N° 10

$P_q$  = coeficiente que depende de la relación  $Q_1/Q$ , en que  $Q_1$  es el gasto que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo si éste no existiera y  $Q$ , es el gasto total que escurre por el río. El valor de  $P_q$  puede encontrarse en la tabla N° 11.

$P_r$  = coeficiente que depende del talud que tienen los lados del estribo, su valor puede obtenerse en la tabla N° 12

$H_o$  = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión

Figura N° 06: Intersección del flujo por los estribos. Método Artamonov.



Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

Tabla N° 2.10: Valores del coeficiente correctivo  $P_\alpha$  en función de  $\alpha$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_\alpha$ EN FUNCION DE $\alpha$					
$\alpha$	30°	60°	90°	120°	150°
$P_\alpha$	0.84	0.94	1.00	1.07	1.19

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

Tabla N° 2.11: Valores del coeficiente correctivo  $P_q$  en función de  $Q_1/Q$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_q$ EN FUNCION DE $Q_1/Q$								
$Q_1/Q$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
$P_q$	2.00	2.65	3.22	3.45	3.67	3.87	4.06	4.20

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

Tabla N° 2.12: Valores del coeficiente correctivo  $P_R$  en función de R



VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_R$ EN FUNCION DE R						
TALUD R	0	0.50	1.00	1.50	2.00	3.00
$P_R$	1.00	0.91	0.85	0.83	0.61	0.50

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

### 3.3.4.6. Obras de protección

#### 3.3.4.6.1. Enrocados

Los muros de enrocados resultan la protección más efectiva contra la acción del río (para la socavación local y encauzamiento del río) por su bajo costo de colocación y mantenimiento.

En la zona de estudio, como se puede observar en la fotografía N° 5.5, tenemos abundante material rocoso, ya sea aguas arriba y aguas abajo de la sección del puente. Dicho material, es un ahorro. Para el diseño del enrocado usaremos el siguiente método para el cálculo del tamaño de la piedra de protección.

#### 3.3.4.6.1.1. Método de Maynard

Maynard propone las siguientes relaciones para determinar el diámetro medio de las rocas a usarse en la protección de las estructuras:

$$d_{50} = C_1 (y * F^3), \quad (8)$$

$$F = C_2 \left( \frac{V}{\sqrt{gy}} \right), \quad (9)$$

Donde:

$D_{50}$  = Diámetro medio de las rocas.

$y$  = Profundidad de flujo.

$V$  = Velocidad media del flujo.

$F$  = Número de Froude.

$C_1$  y  $C_2$  = Coeficientes de corrección.

$$C_1 \begin{cases} 0.25 \text{ Fondo plano} \\ 0.28 \text{ Talud } 1V:3H \\ 0.32 \text{ Talud } 1V:2H \end{cases}$$

$$C_2 \begin{cases} 1.5 \text{ Tramos en curva} \\ 1.25 \text{ Tramos rectos} \\ 2.00 \text{ Extremos de espigones} \end{cases}$$

### **3.3.5. Estudio de Tránsito**

#### **3.3.5.1. Introducción**

En el desarrollo de las actividades para la elaboración del Expediente Técnico del Puente Palo Blanco, ha sido necesaria la elaboración de un “estudio de tráfico vehicular”, el cual permite determinar el flujo de carga, volumen de vehículos que circulan por el área de influencia del proyecto y pasajeros entre el lugar de origen y destino.

Para este estudio ha sido necesaria, como base, un análisis previo de diferentes centros poblados y áreas de influencia comercial, para definir las características de información que será necesaria recolectar y punto de recolección de datos, donde se llevará a cabo el estudio. A partir de ello se estableció la estación adecuada para así, mediante el método de conteo vehicular manual, se obtenga la información necesaria y trabajarla en gabinete.

#### **3.3.5.2. Objetivos**

El estudio de tráfico está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico y pesos que soportará el puente así mismo controlar el índice medio diario anual (IMDA) de vehículos que accedan por el área del proyecto.

#### **3.3.5.3. Importancia**

La información de tráfico sirve para proyectar el volumen de tráfico de la red y para desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes. Es importante porque proporciona información para el planeamiento del sistema de transporte:

- Para comparar los volúmenes de tráfico entre una vía y otra, para los efectos de cualquier programa de transportes.
- Justificación económica de las inversiones en las que el tráfico puede intervenir como variable.
- Establecimiento de la señalización.
- Asignaciones de tráfico a nuevas vías.
- Itinerarios de rutas de empresas de transporte.
- Determinación de las necesidades de infraestructura, para el diseño de puentes, rehabilitación de carreteras, construcción de nuevas carreteras, diseño de tipo de superficie de rodadura, mejoramiento de carreteras.

#### **3.3.5.4. Actividades**

##### **3.3.5.4.1. Etapa de Planificación**

###### **3.3.5.4.1.1. Obtención y revisión de la información**

Para dar inicio a las actividades del estudio, a partir del día miércoles 05 de Setiembre hasta el día martes 11 del mismo mes, se ha realizado una recopilación y revisión de información en

diversas instituciones, así como también la descarga de diversos estudios relacionados con la zona de influencia del puente.

#### **3.3.5.4.1.2. Reconocimiento de ruta**

En la segunda parte de la etapa de planificación se procedió a reconocer la ruta Vecinal PI-938, en la zona cercana al distrito de Huarmaca debido a que se identificó que dicha ruta era la vía principal por donde transitarán los vehículos antes de conectarse con el puente, así también se identificó como posible lugar donde instalar una caseta de control al lugar denominado “Filoque Chico” a la entrada de la ruta vecinal PI-938 con destino al Puente Palo Plano.

#### **3.3.5.4.1.3. Determinación de estaciones y tramos homogéneos**

Como siguiente paso del estudio fue imprescindible determinar en base a las 2 etapas anteriores, el tipo de estación y su ubicación adecuada, así como también determinar la representatividad del tramo.

Se determinó, en primer lugar, utilizar una estación de cobertura y situar dichas estaciones a en el lugar denominado “Filoque Chico” a la entrada de la ruta vecinal AN-938, debido a que es un lugar de fácil accesibilidad y representativo del tramo homogéneo.

#### **ESTACION “FILOQUE CHICO”**

- Departamento / Región : LAMBAYEQUE
- Provincia : Lambayeque
- Distrito : Olmos
- Ruta : Vecinal PI 938
- Lugar : Filoque Chico

FOTOGRAFÍA N° 5.10: Coordenadas UTM de la ubicación de la estación E-01 “Filoque Chico”



Fuente: Google Earth

Coordenadas Norte : 9343111 m  
Coordenadas Este : 637453 m  
Altitud : 155 m.s.n.m.

#### **3.3.5.4.1.4. Diseño de formularios y esquemas de conteo**

Ha sido elaborado un esquema de conteo conteniendo las principales características de los vehículos presentados en el manual de diseño geométrico de carreteras 2018.

#### **3.3.6. Evaluación de Impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental consiste en la identificación, organización y estructuración de un compuesto de medidas para evadir o decrecer los impactos potenciales que pueden ser causados por el proyecto.

##### **3.3.6.1. Generalidades**

El presente informe contiene el estudio de impacto ambiental de las obras a ejecutarse en la construcción del “Puente Palo Blanco”, el cual se ubica en la jurisdicción del distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba, departamento de Piura y cuya construcción ha sido priorizada.

El estudio de impacto ambiental en proyectos para puentes, tiene el objetivo primordial de dar los lineamientos básicos para reducir al mínimo, el impacto que sobre el medio ambiente se han de producir, dentro y en el ámbito de influencia del proyecto así mismo no alterar el componente socio económico y cultural al dividir posiblemente e inconscientemente áreas de comunidades bióticas.

La toma de conciencia mundial sobre la preservación y respecto al medio ambiente puede ser entendida en el contexto de los cambios ambientales alarmantes originados por el crecimiento demográfico explosivo, del incremento en la actividad económica y del estilo de vida moderno durante la última mitad del siglo XX. El descuido al problema ambiental llevó consigo a una ruptura repentina del equilibrio que el hombre tuvo con su entorno por siglos.

La sobre explotación de los recursos naturales, que hace peligrar la capacidad de producción de las futuras generaciones; la contaminación de aguas, que causa la degradación de los suelos, que ocasionan una declinación de la productividad en la tierra, desertificación y la consecuente deforestación de bosques en búsqueda de nuevas tierras. Se hizo entonces evidente la adopción de una política ambiental que prevenga estos efectos, pero ésta, para ser eficiente tendría que minimizar costos.

##### **3.3.6.2. Objetivos**

El objetivo general del presente estudio de impacto ambiental, es el predecir, identificar, interpretar, analizar y comunicar, los probables impactos ambientales que se producirían en la

zona de estudio, como producto de la realización de la construcción del puente Palo Blanco, señalando las medidas de mitigación que eviten o minimicen los impactos ambientales negativos, y en el caso de los positivos, implementar las medidas que refuercen los beneficios generados por la construcción de la obra vial.

### **3.3.6.3. Descripción del proyecto, entorno del proyecto**

El área de influencia, es la extensión del territorio afectado durante los efectos derivados de las acciones o procesos de la ejecución del proyecto, en este caso es el distrito de Huarmaca.

Área de influencia directa: Aquella área donde se va a realizar la obra y comprenden las áreas involucradas en la construcción del puente Palo Blanco.

Área de influencia indirecta: Será el perímetro en sí del distrito Huarmaca, involucran al distrito de Olmos.

### **3.3.6.4. Marco legal existente**

El marco legal en el que se circunscribe la Evaluación de Impacto Ambiental de “Elaboración del expediente técnico del puente Palo Blanco”, está conformado por las normas y/o dispositivos legales vigentes en nuestro país, que tienen relación directa con la conservación y preservación del medio ambiente y la ejecución del Proyecto.

Constitución Política del Perú (1993).

La ley general del ambiente (Ley N° 26811) – 2005.

La ley de evaluación de impacto ambiental Ley N° 26786 (1997).

La ley del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental Ley N° 27446 (2001).

La ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales LEY N° 26821.

Decreto ley n.º 25862, aprueban la ley orgánica del sector transportes, comunicaciones, vivienda y construcción.

Ley de Recursos Hídricos n° 29338.

Reglamento para la Gestión de Fauna Silvestre.

Resolución Ministerial n° 01710-77-ag-dgff

El Código Penal

La Ley Orgánica De Municipalidades - Ley N° 23853

Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales

Guía Técnica para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Aprobado por D.S. N° 009-2005-TR.)

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (D.S. N° 074-2001-PCM)

### 3.3.6.5. Identificación y evaluación de impactos socio ambientales

#### 3.3.6.5.1. Metodología de evaluación de impacto ambiental

La metodología de evaluación de impacto ambiental que se aplicará, permitirá llegar a la determinación de los impactos desde una perspectiva general a una específica.

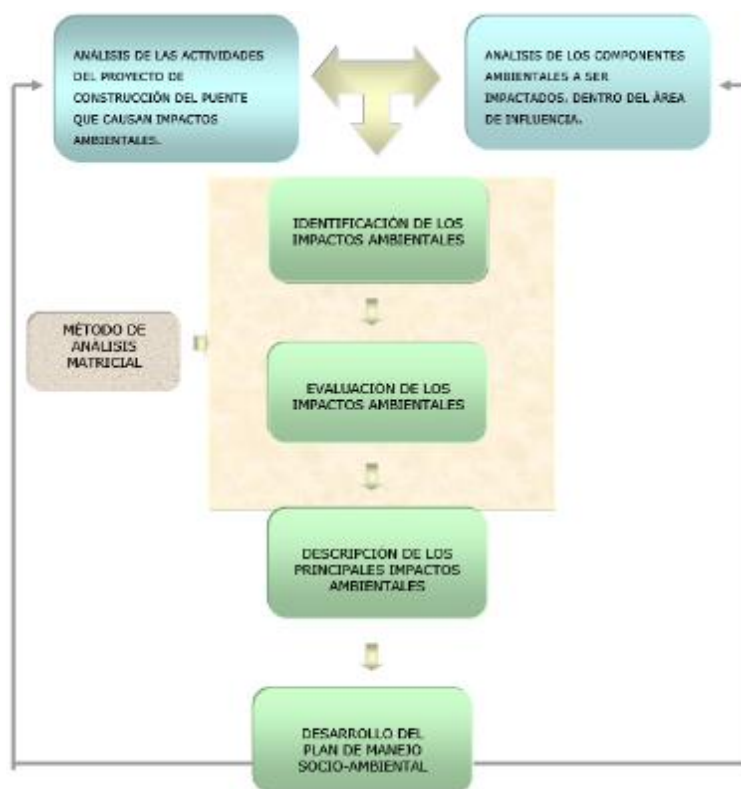
##### 3.3.6.5.1.1. Matriz de Leopold

Esta metodología será desarrollada a través de una matriz de interacción tipo Leopold, que interrelaciona las acciones que se realizarán durante las diversas etapas del proyecto (planeamiento, construcción y operación), con los factores ambientales comprometidos, principalmente sobre los recursos naturales físicos, biológicos y socioeconómicos en el ámbito de influencia del presente proyecto. Esta matriz, permite identificar y evaluar los factores ambientales que serán alterados y que generarán impactos ambientales en el entorno, ya sean directos o indirectos, benéficos y perjudiciales.

#### 3.3.6.6. Identificación y evaluación de impactos socio ambientales

Identificar las acciones preliminares, constructivas, de abandono y de funcionamiento del puente, que podrían causar impactos ambientales sobre los componentes ambientales ubicados dentro del área de influencia del proyecto.

Figura N° 08: Secuencia de la Metodología seguida para la Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales



Fuente: Elaboración propia

### **3.3.6.7. Análisis**

#### **3.3.6.7.1. Método de análisis**

**Matriz de Identificación de los Impactos Ambientales**, que permite identificar cual actividad del proyecto impacta sobre determinado componente ambiental, denominado “impacto ambiental”.

**Matriz de Evaluación de los Impactos Ambientales**, donde se evalúa cada “impacto ambiental”, identificado en la matriz anterior.

**Matriz de Significancia de los Impactos Ambientales**, en la cual se simboliza la “significancia” de los distintos impactos ambientales. El concepto de “significancia” resume los criterios utilizados en la **Matriz de Evaluación de los Impactos Ambientales** y se simboliza en distintas tonalidades.

#### **3.3.6.8. Plan de manejo socio ambiental (PMSA)**

Los impactos ambientales positivos más significativos corresponderán a la etapa de abandono y funcionamiento de la obra. La mayoría de los impactos de la etapa de abandono y de funcionamiento, son altamente significativos y positivos. La generación de empleo es de significancia baja.

##### **3.3.6.8.1. Estrategias**

###### **3.3.6.8.1.1. Trabajo en equipo por etapas**

El PMSA será aplicado durante las distintas etapas del puente proyectado por equipos adiestrados para cada programa de PMSA y cada etapa.

###### **3.3.6.8.1.2. Capacitación**

El ejecutor deberá incorporar en su oferta un programa de capacitación que comprenda los servicios y prestaciones a desarrollar, bajo su directa responsabilidad. El personal a cargo deberá contar con formación y preparación necesarias, de tal manera que le permita cumplir con éxito las labores encomendadas.

###### **3.3.6.8.1.3. Involucrar a los beneficiados**

Es importante coordinar con los pobladores locales beneficiados por la construcción del puente para su colaboración en la aplicación de distintos programas del PMSA.

##### **3.3.6.8.2. Instrumentos de estrategia**

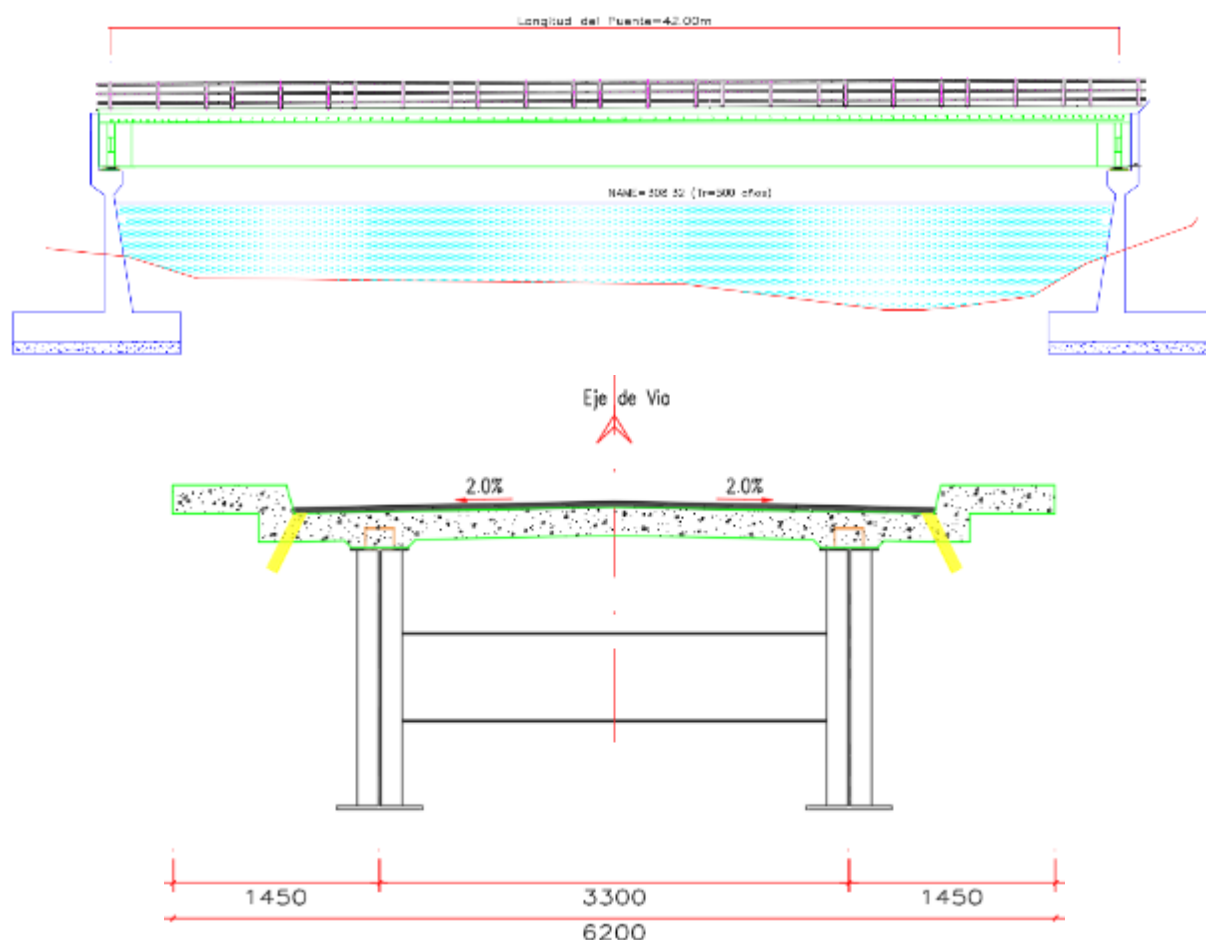
Se considera como instrumentos de la estrategia, a los programas que permitan el cumplimiento de los objetivos del PMSA, los cuales son: Programa de prevención y/o mitigación, programa de supervisión y/o vigilancia, programa de abandono de obra, programa de revegetación, programa de contingencias.

### 3.3.7. Diseño estructural

El proyecto contempla la construcción de un puente simplemente apoyado de 42 m de longitud entre ejes de apoyo, conformado por dos vigas de acero de alma llena y losa de concreto trabajando como sección compuesta. Para la definición de la longitud y material del puente se han tomado en consideración los resultados de los estudios básicos de ingeniería.

Para el diseño se han aplicado las especificaciones dadas en el Manual de Diseño de Puentes del MTC y las especificaciones AASHTO LRFD donde la carga de diseño es HL-93.

#### 3.3.7.1. Características del puente



##### 3.3.7.1.1. Superestructura

Longitud total del puente	: 42 m entre ejes de apoyos.
Tipo de puente	: Viga simplemente apoyada.
Tipo de tablero	: Vigas de acero de alma llena con acción compuesta con losa de concreto
Ancho de vía	: 4.50 m (una vía)
Ancho de veredas	: 2 x 800 mm= 1600 mm



Ancho total del tablero	: 6.20 m
Peralte de vigas de acero	: 1844 mm
Espesor de losa	: 200 mm

Materiales:

Vigas	: A709 ó A572 Grado 345 ó ST52 $F_y=345$ MPa
Vigas Transversales	: A709 ó A572 Grado 250 ó ST37 $F_y=250$ MPa
Arriostre superior	: A709 ó A572 Grado 250 ó ST37 $F_y=250$ MPa
Conectores tipo Canal	: A709 ó A572 Grado 250 ó ST37 $F_y=250$ MPa
Electrodos	: AWS E7018
Pintura de protección	: Anticorrosivo zinc inorgánico Esmalte epoxico, y Esmalte poliuretano
Losa del tablero Concreto	: $f'_c = 28$ MPa (280 Kg/cm <sup>2</sup> )
Acero de Refuerzo	: A615 Grado 60, $f_y = 420$ MPa (4 200 Kg/cm <sup>2</sup> )

#### **3.3.7.1.2. Subestructura**

Estribos	: Tipo muro pantalla frontal.
Muros	: Tipo voladizo con atirantamiento entre pantallas, incluidos en la parte posterior de los estribos con la finalidad de evitar el derrame del acceso hacia el cauce.

Materiales:

Concreto	: $f'_c = 28$ MPa (280 Kg/cm <sup>2</sup> )
Acero de Refuerzo	: $f_y = 420$ MPa (4 200 Kg/cm <sup>2</sup> )

#### **3.3.7.1.3. Cimentación**

Directa	: Semi profunda mediante el uso de zapatas
---------	--

Materiales

Concreto	: $f'_c = 17$ MPa +30% P.G. (175 Kg/cm <sup>2</sup> +30% P.G.)
Acero de Refuerzo	: $f_y = 420$ MPa (4 200 Kg/cm <sup>2</sup> ) En la unión con la pantalla frontal

#### **3.3.7.1.4. Tablero**

Apoyos	: De tipo elastomerico, vulcanizadas con placas de acero grado 250 (A36) de 3 mm de espesor.
Juntas	: Sello elástico de poliuretano o silicona colocado entre la losa de aproximación y el pavimento.
Veredas	: Apoyadas sobre los extremos de la losa de concreto.
Barandas	: Baranda conformada por postes de acero de 850 mm de altura y pasamanos. La sección de los postes es de sección I, de acero estructural, con tres pasamanos

tubulares y revestidos con el mismo sistema de protección de las vigas de acero y apoyados sobre un sardinel concreto de 200 mm de alto y 200mm de ancho.

### 3.3.7.1.5. Superficie de rodadura

Se ha previsto la colocación de una capa de 2" de asfalto como superficie de desgaste.

### 3.3.7.2. Diseño

Según American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), "Cada componente y conexión deberá satisfacer Ec. 1.3.2.1-1 para cada estado límite, a menos que se indique lo contrario especificado. Para estados límite de servicio y evento extremo, los factores de resistencia se tomarán como 1.0".

$$\sum n_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r \text{ (Ec. 1.3.2.1-1 de las especificaciones de la AASHTO)}$$

Siendo:

Para cargas donde se utiliza el valor máximo de:  $n_i = n D n R n I \geq 0.95$

Para cargas donde se utiliza el valor mínimo de:  $n_i = 1 \text{ } n D n R n I \leq 1.0$

Donde:

$\gamma_i$  = Factor de carga, aplicado a las solicitaciones.

$\phi$  = Factor de resistencia, aplicado a la resistencia nominal.

$n_i$  = Modificador de carga

$nD$  = Factor relacionado a la ductilidad.

$nR$  = Factor relacionado a la redundancia.

$nI$  = Factor relacionado a la importancia operacional.

$Q_i$  = efectos de fuerza (solicitaciones)

$R_n$  = Resistencia nominal

$R_r$  = Resistencia factorizada =  $\phi R_n$

La Tabla muestra los valores de los modificadores de carga para el estado límite de Resistencia. Para todos los demás estados límite los modificadores de carga serán iguales a 1.

Tabla: Modificadores de carga,  $n$ .

Modificador de carga		Aplicación
$nD$	$\geq 1.05$	Componentes no dúctiles
	$= 1.00$	Diseños convencionales y detalles que cumplan con las especificaciones AASHTO.
	$\geq 0.95$	Componentes y conexiones con consideraciones especiales de ductilidad.
$nR$	$\geq 1.05$	Miembros no redundantes
	$= 1.00$	Niveles convencionales de redundancia
	$\geq 0.95$	Niveles excepcionales de redundancia
$nl$	$\geq 1.05$	Puentes críticos o esenciales
	$= 1.00$	Puentes típicos
	$\geq 0.95$	Puentes relativamente poco importantes

### 3.3.7.2.1. Cargas y factores de carga

Cargas a utilizar:

#### Cargas permanentes

Cargas Muertas : DC, DW, y EV

Cargas de Suelo : EH, ES, y DD

#### Cargas variables

Cargas Vivas de Vehículos : LL

Fuerza de frenado vehicular : BR

Carga viva peatonal : PL

Carga viva superficial : LS

Carga de sismo : EQ

**Cargas permanentes:** Peso específico del concreto: 2400 kg/m<sup>3</sup>, página 56 del Manual de Puentes 2016.

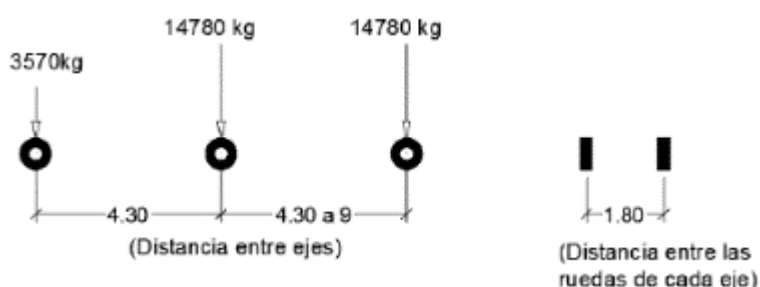
Peso específico del relleno: 1900 kg/m<sup>3</sup>, anexo n° 1.9 ensayo de afirmado.

Peso específico del acero estructural: 7850 kg/m<sup>3</sup>, Anexo 1 de pesos unitarios en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.020 Cargas. Así como también se puede observar en el Manual de Puentes 2016, página 56.

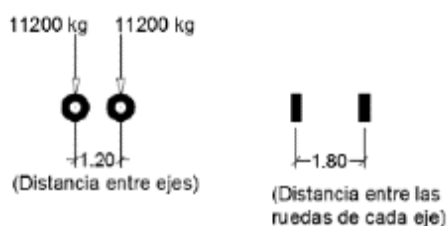
**Cargas vivas:** Sobrecarga peatonal: 367 kg/m<sup>2</sup>, Página 66 del Manual de Puentes 2016.

Carga viva vehicular: “La norma establece que la carga viva vehicular correspondiente a cada vía será la suma de un camión o tándem de diseño (el más desfavorable), más una sobrecarga distribuida según “(2.4.3.2.2.4) (3.6.1.2.4 AASHTO).

**Camión de diseño:** Las cargas y espaciamientos entre ruedas del camión de diseño HL93 se muestran en la Figura. La distancia entre los ejes traseros puede variar de 4.30 a 9 metros dependiendo de cuál espaciamiento produzca la situación más desfavorable [6].



**Tándem de diseño:** Las cargas y espaciamientos entre ruedas del tándem de diseño HL93 se muestran en la Figura.



**Sobrecarga distribuida:** “La norma considera una sobrecarga distribuida de 950 kg/m, uniformemente distribuida en dirección longitudinal. Se supone además que esta carga se distribuye uniformemente en un ancho de 3 metros en dirección transversal. No se deben considerar los efectos dinámicos de la tabla 3 para esta sobrecarga [6]”.

**Presencia múltiple de carga viva:** “Los efectos debido a la carga viva deben determinarse considerando cada posible combinación de número de vías cargadas, multiplicando las cargas provenientes del camión o tándem de diseño por un factor de presencia múltiple, para tener en cuenta la probabilidad de que cada vía esté ocupada por toda la carga de diseño HL93. Los factores de presencia múltiple se muestran en la tabla [6]”.

Número de vías cargadas	Factor de presencia múltiple, m
1	1.2
2	1
3	0.85
>3	0.65

Adaptado de la tabla 3.6.1.1.2-1 de las especificaciones de la AASHTO

**Incremento por efectos dinámicos (IM):** “Los efectos estáticos del camión o tándem de diseño deben ser incrementados por los porcentajes mostrados en la Tabla 3 de incrementos por

efectos dinámicos. El factor que debe aplicarse a la carga estática debe tomarse como:  $(1+IM/100)$ . El incremento por efectos dinámicos no debe aplicarse a cargas peatonales o a la sobrecarga distribuida [6]”.

**Tabla** – Incremento por efectos dinámicos.

Componente	IM
Uniones del tablero - Todos los estados límite	75%
Todos los otros componentes: - Estados límite de fatiga y fractura - Todos los otros estados límite	15% 33%

Adaptado de la tabla 3.6.2.1-1 de las especificaciones de la AASHTO

**Factores de carga y combinaciones** “La norma establece distintas combinaciones de carga dependiendo de los distintos estados límite a los que estará expuesto el puente [6]”. En esta tesis se tomarán los siguientes estados límite:

- RESISTENCIA I: Combinación básica de cargas relacionada con el uso vehicular normal, sin considerar el viento.
- EVENTO EXTREMO I: Combinación de cargas incluyendo sismo.
- SERVICIO I: “Relacionado con el uso operativo normal del puente, con una velocidad del viento de 90 km/h y con todas las cargas a su valor sin factorizar. Se utilizará este estado límite para analizar las deflexiones de las vigas principales [6]”.
- SERVICIO II: “Controla la fluencia de la estructura de acero y el deslizamiento de las conexiones críticas, debido a la carga viva vehicular. Se utilizará este estado límite para controlar los esfuerzos de las vigas principales [6]”.

Los factores de carga para cada combinación de carga elegida para esta tesis, se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla:** Combinaciones de carga.

Estado límite	DC, DW, EH, EV	LL, BR, PL, LS	EQ
RESISTENCIA I	$\gamma p$	1.75	-
EVENTO EXTREMO I	$\gamma p$	$\gamma EQ$	1
SERVICIO I	1	1	-
SERVICIO II	1	1.3	-

Adaptado de la tabla 3.4.1-1 de las especificaciones de la AASHTO

**Tabla** – Factores de carga para cargas permanentes,  $\gamma p$ .

Tipo de carga	Factor de carga $\gamma p$	
	Máximo	Mínimo
DC: Componentes y auxiliares	1.25	0.9
DW: Superficies de rodadura	1.5	0.65
EH: Presión de tierra horizontal activa	1.5	0.9
EV: Presión de tierra vertical en estribos	1.35	1

(Adaptado de la tabla 3.4.1-2 de las especificaciones de la AASHTO)

Tomaremos un factor de carga viva de 0.5 para el caso de Evento Extremo I, es decir,  $\gamma EQ = 0.5$ .

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Estudio Topográfico

#### 4.1.1. Ubicación del puente

Puntos vértices Puente Palo Blanco

Vértice margen izquierda:

Norte : 9352175.83 m

Este : 649275.82 m

Altitud : 306.65 m.s.n.m.

Vértice margen derecha:

Norte : 9231214.61 m

Este : 649295.96 m

Altitud : 306 m.s.n.m.

#### 4.1.2. Trabajo de Campo

La realización del trabajo de campo fue conformada por la siguiente brigada:

01 Topógrafo a cargo de la estación total.

01 Persona encargada del prisma.

02 Wincheros.

01 Estaquero.

#### 4.1.3. Reconocimiento de campo

Se realizó un reconocimiento previo con la ayuda de Google Earth con el fin de tener en mente una expectativa de la zona de trabajo. Consecuentemente se llevó a cabo el reconocimiento in situ, a fin de definir los alcances y límites del levantamiento topográfico, así como también se determinó la ubicación de los P.C. (puntos de control o hitos de concreto), los cuales fueron utilizados para el levantamiento topográfico.

#### 4.1.4. Punto de control topográfico

Después de ubicar los puntos de control, se procedió a pintar de color blanco las letras, resaltados con azul. Los 3 BM se encuentran ubicados en zonas estratégicas e inamovibles, así como también 3 estaciones; los cuales serán útiles para el replanteo. El punto principal se pintó en la vereda del Puesto de Salud Cas. Palo Blanco nuestra Estación 3 (*Ver Fotografía N° 5.12*).

#### 4.1.5. Levantamiento topográfico

##### a) Nivelación y línea de gradiente

Los levantamientos topográficos fueron ejecutados por radiación con estación total, a partir de tres estaciones para puntos de poligonal, tomándose todos los detalles planimétricos, ubicados

dentro del área de estudio, recopilando los puntos necesarios para establecer líneas obligatorias o break lines, requeridas para el modelamiento 3D del terreno y un número suficiente para la adecuada representación de la superficie del terreno.

Para llevar a cabo los trabajos de topografía se delimitó el área requerida tomando en cuenta 80 metros en la margen izquierda, el cual no pudo ser mayor por la pendiente del terreno, y 150 metros en la margen derecha respectivamente, así como también 200 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo del puente proyectado.

1. Se colocó el punto fijo (BM -1), ubicado a 80 metros aguas arriba del puente al extremo derecho del cauce. El BM – 1 se encuentra ubicado en las siguientes en las siguientes coordenadas geográficas:

- Norte : 9352184.269 m.
- Este : 9352184.269 m.
- Altitud : 307.651 m.s.n.m.

El BM -1 ha sido marcado en la zona con pintura azul y en el centro con pintura blanca, en tal sentido de su ubicación en la zona de estudio sea de manera precisa y sencilla (*Ver Fotografía N° 5.12*).

2. En segundo lugar se han ubicado 2 BM más, identificados según la visibilidad del topógrafo, así como también 3 estaciones las cuales están en un lugar óptimo para instalar la estación total y realizar la calibración de la poligonal. Así se ubicaron los BM-2 y BM -3, con las siguientes coordenadas:

#### BM-2

- Norte : 9352160.602 m.
- Este : 649328.728 m.
- Altitud : 307.055 m.s.n.m.

#### BM-3

- Norte : 9352266.507m.
- Este : 649302.948 m.
- Altitud : 323.528 m.s.n.m.

3. Teniendo como base los puntos anteriormente mencionados se procedió a levantar un total de 190 puntos.

4. Se levantaron en total 6.3 ha de terreno.



5. Los puntos de la poligonal se encuentran referenciados:

PUNTOS	DESCRIPCIÓN EN CAMPO	REFERENCIA EN CAMPO
1	E - 1	Ubicado en el centro del cauce
2	E - 2	Ubicado a 18 metros a la derecha del Puesto de Salud Cas. Palo Blanco
3	E - 3	Ubicado en la esquina de la vereda de fondo del Puesto de Salud Cas. Palo Blanco

Los planos se encuentran dibujados en Anexos N° 06 – Planos de Topografía.

#### **b) Descripción de la topografía**

La zona en donde se trabajó corresponde al sitio donde se proyecta el Puente Palo Blanco. Ya sea en la margen izquierda como derecha, presenta un terreno ondulado que varía desde 305 m.s.n.m hasta la cota de 335 m.s.n.m en la vía que comunica actualmente al Caserío Palo Blanco con el Distrito de Olmos.

#### **4.2. Estudio de Suelos**

Tener en cuenta que se nombran estribo derecho e izquierdo por la dirección de cauce, que es de aguas arriba a aguas abajo. (Ver Plano de Topografía 01)

##### **4.2.1. Estudio Geo eléctrico**

El procesamiento de datos y su interpretación permiten establecer los siguientes parámetros para cada SEV ejecutado:

- a) Número de capas Geoeléctricas
- b) Resistividad real por capa geoelectrica
- c) Espesor de cada capa (m)

Tabla N° 2.13: Recolección de datos de la margen izquierda del Puente Palo Blanco.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	$\Delta V$ prom (mV)	I prom (mA)	Po prom (ohm-m)
1.00	0.20	7.54	3,717.33	145.67	192.41
1.47	0.20	16.66	1,592.00	121.33	218.56
2.15	0.20	35.99	1,644.67	277.00	213.70
3.16	0.20	78.11	1,484.00	502.33	230.76
3.16	0.60	25.20	4,226.33	511.33	208.29
4.64	0.20	168.78	596.33	448.33	224.50
4.64	0.60	55.42	1,655.33	441.67	207.72
6.81	0.20	363.92	244.67	462.00	192.73
6.81	0.60	120.47	677.67	459.67	177.61
10.00	0.20	785.08	28.00	105.50	208.37
10.00	0.60	260.86	77.50	104.50	193.48
10.00	2.00	75.40	278.33	105.00	199.87
14.68	0.20	1,692.24	59.67	515.33	195.93
14.68	0.60	563.24	171.00	521.00	184.86
14.68	2.00	166.11	600.33	523.67	190.44
21.54	2.00	361.26	477.67	761.67	226.57
31.62	2.00	782.12	72.67	214.33	265.20
31.62	6.00	252.33	227.50	212.00	270.78
46.42	2.00	1,689.25	32.00	160.00	337.85
46.42	6.00	554.70	102.33	161.00	352.58
68.13	6.00	1,205.77	-	-	-
100.00	6.00	2,608.57	-	-	-
146.80	6.00	2,608.57	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 2.14: Recolección de datos de la margen derecha del Puente Palo Blanco.

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	$\Delta V$ prom (mV)	I prom (mA)	Po prom (ohm-m)
1.00	0.20	7.54	4,194.33	217.00	145.74
1.47	0.20	16.66	1,660.33	151.33	182.76
2.15	0.20	35.99	1,025.00	173.00	213.24
3.16	0.20	78.11	1,610.67	514.00	244.77
3.16	0.60	25.20	5,039.00	520.67	243.89
4.64	0.20	168.78	692.67	420.67	277.91
4.64	0.60	55.42	2,113.33	419.67	279.09
6.81	0.20	363.92	224.00	344.50	236.63
6.81	0.60	120.47	685.00	348.00	237.13
10.00	0.20	785.08	100.00	375.00	209.36
10.00	0.60	260.86	297.50	373.50	207.78
10.00	2.00	75.40	1,124.67	380.33	222.96
14.68	0.20	1,692.24	26.00	264.00	166.66
14.68	0.60	563.24	78.67	265.00	167.21
14.68	2.00	166.11	287.00	260.33	183.14
21.54	2.00	361.26	63.00	144.00	158.05
31.62	2.00	782.12	129.00	694.00	145.38
31.62	6.00	252.33	397.50	694.00	144.53
46.42	2.00	1,689.25	105.00	1,064.00	166.70
46.42	6.00	554.70	316.00	1,063.67	164.80
68.13	6.00	1,205.77	-	-	-
100.00	6.00	2,608.57	-	-	-
146.80	6.00	2,608.57	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

#### Nomenclatura:

**Po** : Valor de Resistividad Aparente (ohm-m)

**AB/2** : Espaciamiento de Electrodo (m)

**MN** : Espaciamiento de Electrodo (m)

**K** : Coeficiente Geométrico del Dispositivo

**AV** : Diferencia de Voltaje (mV)

**I** : Intensidad de Corriente Inyectada (mA)

Tabla N° 2.15: Resistividad reales y espesores.

CAPAS		SEV 01	SEV 02
1	$\rho$	164	108
	$h$	0.50	0.61
	$d$	0.50	0.61
2	$\rho$	287	427
	$h$	0.94	2.62
	$d$	1.44	3.23
3	$\rho$	175	28.2
	$h$	6.37	1.00
	$d$	7.81	4.23
4	$\rho$	186	291
	$h$	9.56	3.25
	$d$	17.37	7.48
5	$\rho$	953	97.30
	$h$	$\infty$	20.80
	$d$	$\infty$	28.80
6	$\rho$	-	1005
	$h$	-	$\infty$
	$d$	-	$\infty$

Donde:

**SEV** : Sondaje Eléctrico Vertical

**P** : Resistividad Real, ohm-m

**H** : Espesor de capa, m

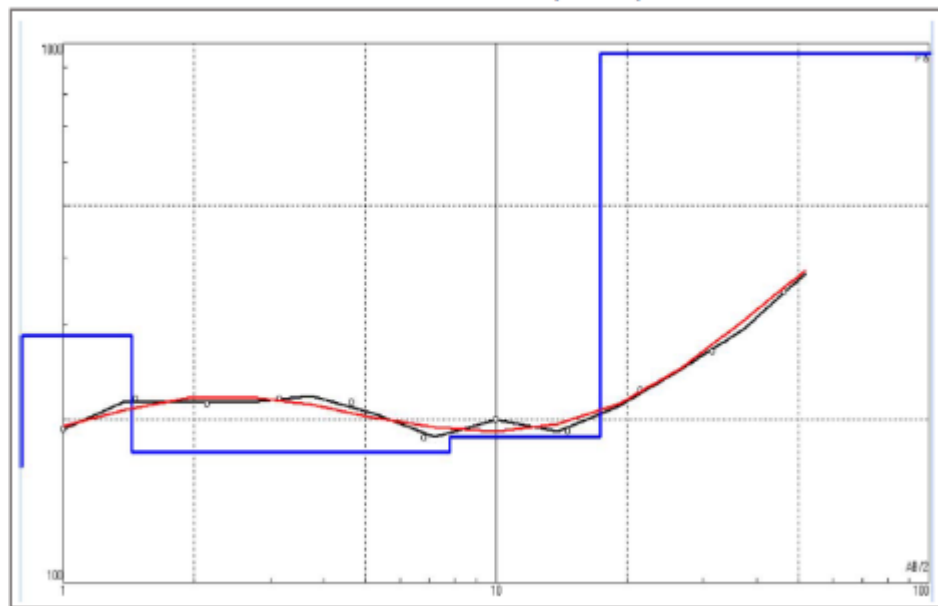
**D** : Profundidad de pie del estrato, m

Tabla N° 2.16: Resistividad Estribo Izquierdo.

RESULTADO DE MODELO GEOELECTRICO				
ESTRATO N°	RESISTIVIDAD (Ohm-m)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	COTA (msnm)
1	164.00	0.50	0.50	306.60
2	287.00	0.94	1.44	306.10
3	175.00	6.37	7.81	305.16
4	186.00	9.56	17.37	298.79
5	953.00	$\infty$	$\infty$	289.23
-	-	-	-	-

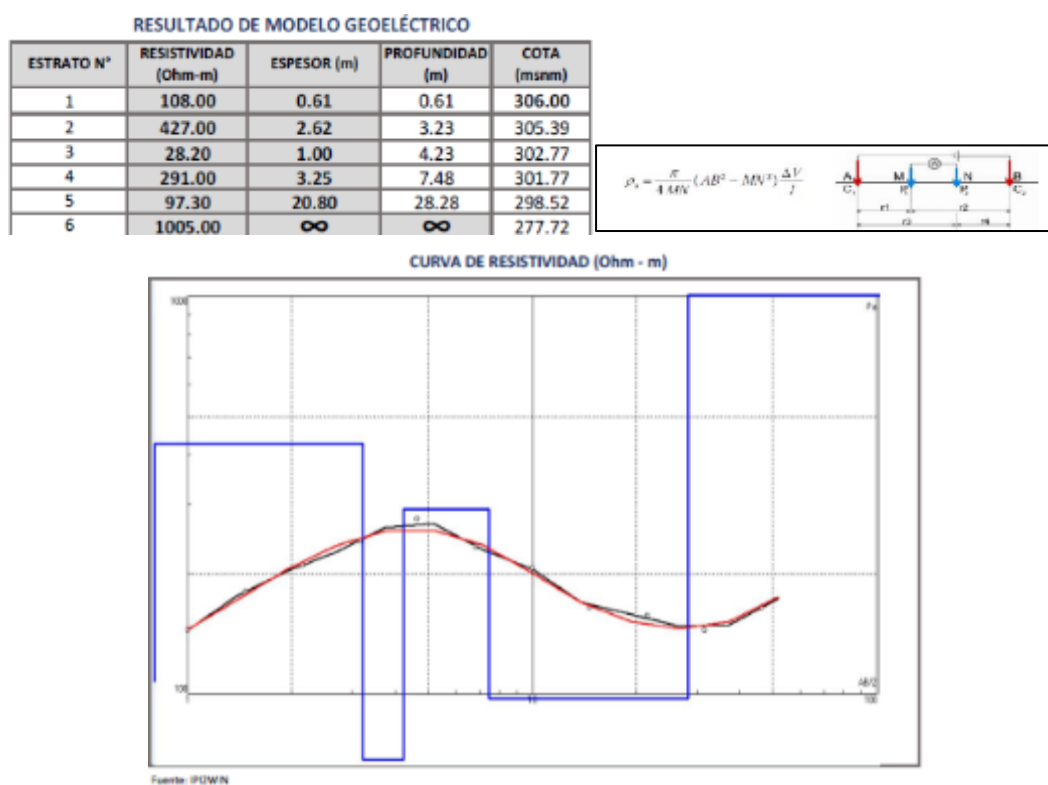
$$\rho_s = \frac{\pi}{4 \pi V} (AB^2 - MN^2) \frac{\Delta V}{I}$$

CURVA DE RESISTIVIDAD (Ohm - m)



Fuente: SP17W/IN

Tabla N° 2.17: Resistividad Estribo Derecho.





SEV 02:

- Resistividad de 108 ohm-m
- Espesor acumulado de 0.61 m
- Conformado por material arcilloso arenoso con presencia de humedad.

## **CAPAS GEOELÉCTRICAS INTERMEDIAS**

CAPA N° 02:

SEV 02:

- Resistividad de 427 ohm-m
- Espesor acumulado de 3.23 m
- Material compuesto de arenas y piedras de mediana dimensión.

CAPA N° 03:

SEV 02:

- Resistividad de 28.2 ohm-m
- Espesor acumulado de 4.23 m
- Material compuesto de arenas, gravas y piedras de mediana dimensión saturadas.

## **CAPAS GEOELÉCTRICAS INFERIORES**

CAPA N° 05:

SEV 02:

- Resistividad de 97.30 ohm-m
- Espesor acumulado de 28.80 m
- Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas

CAPA N° 06:

SEV 02:

- Resistividad de 1005 ohm-m
- Espesor acumulado =  $\infty$
- Material compacto compuesto probablemente de roca (Techo de Basamento Rocoso)

**PERFIL LITOLOGICO REFERENCIAL: SEV - 01 -  
Margen Izquierda Río Palo Blanco**

COTA (msnm)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	RESISTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
306.6	0.50		164.0 ohm-m	Material arcillo arenoso con presencia de humedad.
305	0.94		287.0 ohm-m	Material compuesto de piedras grandes con presencia de arcilla arenosa y humedad
	6.37		175.0 ohm-m	Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas húmedas y gravas
300				
	9.56		186.0 ohm-m	Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas
290				
	∞		953.0 ohm-m	Material compacto compuesto probablemente de roca (Techo de Basamento Rocoso)
284				
17.4 m = Profundidad de exploración				

### CAPAS GEOELÉCTRICAS SUPERIORES

CAPA N° 01:

SEV 01:

- Resistividad de 164 ohm-m
- Espesor acumulado de 0.50 m
- Conformado por material arcilloso arenoso con presencia de humedad.



CAPA N° 02:

SEV 01:

- Resistividad de 287 ohm-m
- Espesor acumulado de 1.44 m
- Material conformado por piedras grandes con presencia de arcilla arenosa y humedad.

### **CAPAS GEOELÉCTRICAS INTERMEDIAS**

CAPA N° 03:

SEV 01:

- Resistividad de 175 ohm-m
- Espesor acumulado de 7.81 m
- Material conformado probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas

CAPA N° 04:

SEV 02:

- Resistividad de 291 ohm-m
- Espesor acumulado de 7.48 m
- Material compuesto de piedras grandes fisuradas.

### **CAPAS GEOELÉCTRICAS INFERIORES**

CAPA N° 05:

SEV 01:

- Resistividad de 186 ohm-m
- Espesor acumulado de 17.37 m
- Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas

CAPA N° 06:

SEV 01:

- Resistividad de 953 ohm-m
- Espesor acumulado =  $\infty$
- Material compacto compuesto probablemente de roca (Techo de Basamento Rocoso)

#### **4.2.1.1. Capacidad portante del terreno.**

Según el estudio de suelos realizado con ayuda del geoelectrico, se puede observar las características del terreno, las cuales mediante una relación se obtendrá la capacidad portante donde se ubicaran ambos estribos, la cual será necesaria para comenzar con el diseño de la sub estructura y súper-estructura.

### 4.3. Estudio Hidrológico

#### 4.3.1. Cuenca de interés

La cuenca de interés comprende la Cuenca Cascajal del río Palo Blanco desde 2950 m.s.n.m hasta 300 m.s.n.m donde se ubica el puente Palo Blanco.

De la información cartográfica disponible que corresponde a la Carta Nacional IGN a escala 1:100,00, se desprende que el área de la cuenca hasta la ubicación del puente es igual a 147.54 km<sup>2</sup>.

#### 4.3.2. Climatología

El parámetro principal climatológico que se utiliza en este proyecto es la precipitación máxima en 24 horas. Dichos parámetros fueron proporcionados por la entidad encargada del manejo y operación, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

#### 4.3.3. Parámetros climáticos

##### 4.3.3.1 Evaluación de la información hidrológica

La información pluviométrica se ha solicitado a SENAMHI, también se han recolectado datos de la tesis “ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS USANDO DATOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”. Dichos datos hacen un total de 25 años de registro de Precipitación máxima en 24 horas de la estación de Porculla. La entidad informó que los datos para disposición de estudios son un máximo de 20 años, por lo que se completó con la recolección de datos.

Tabla N° 2.18: Precipitación máxima 24 horas, estación Porculla.

Año	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB.	OCTUB.	NOVIEMB.	DICIEMB.	MAX. ANUAL
1986	22.0	40.5	20.0	24.0	5.0	0.0	0.0	0.0	15.5	20.0	20.0	16.5	40.5
1987	20.0	20.1	20.0	20.2	0.0	10.0	13.0	1.0	0.0	25.0	19.5	12.1	25.0
1988	25.0	25.0	20.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	10.0	19.0	20.0	25.0
1989	25.0	27.0	27.0	20.0	0.0	15.0	0.0	1.0	10.2	20.0	1.0	16.7	27.0
1990	5.8	27.5	20.0	22.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	28.0	26.0	13.0	28.0
1991	10.0	19.5	25.0	15.0	9.3	10.0	1.0	0.0	0.0	8.0	4.0	20.0	25.0
1992	22.0	20.0	28.5	38.0	12.0	1.0	0.0	0.0	32.2	5.0	20.0	0.0	38.0
1993	1.0	31.0	43.0	25.0	21.2	1.0	0.0	0.0	5.0	9.2	0.0	10.1	43.0
1994	18.5	22.2	25.0	23.0	10.0	2.0	3.1	0.0	8.5	5.0	10.0	20.0	25.0
1995	26.5	23.0	20.0	11.5	16.5	0.0	13.0	10.0	0.0	0.0	8.0	22.0	26.5
1996	20.0	13.5	30.0	28.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	6.2	2.1	30.0
1997	0.0	20.0	27.4	33.8	0.5	9.3	7.3	0.4	19.6	0.7	14.5	21.4	33.8
1998	9.6	20.3	20.0	20.0	19.6	7.1	5.3	0.0	8.3	15.2	7.1	15.5	20.3
1999	19.6	21.0	18.4	17.6	18.8	4.2	5.1	2.1	7.1	4.2	2.1	15.8	21.0
2000	16.7	17.9	25.8	16.6	12.6	14.2	0.0	5.0	9.7	0.0	6.0	11.5	25.8
2001	18.4	16.7	15.7	10.5	12.3	1.0	5.0	0.0	0.0	2.1	18.4	9.6	18.4
2002	8.9	20.0	18.6	19.4	11.2	1.8	3.2	0.0	0.1	10.6	7.2	12.9	20.0
2003	18.5	16.6	11.0	11.0	9.2	12.1	4.2	0.0	1.4	1.0	7.0	13.5	18.5
2004	9.8	6.4	6.3	16.7	10.2	0.1	1.1	0.0	10.2	12.6	6.6	13.6	16.7
2005	6.0	18.3	20.0	8.5	1.9	3.0	0.0	0.0	2.0	5.0	3.5	14.0	20.0
2006	18.0	55.4	49.5	17.1	1.7	1.8	7.8	0.0	1.0	0.1	9.9	14.3	55.4
2007	11.1	10.2	15.2	14.1	5.0	3.5	0.2	1.7	0.3	17.2	10.2	4.3	17.2
2008	55.9	55.0	55.1	117.1	6.9	3.8	5.3	4.0	3.4	15.2	15.4	1.6	117.1
2009	52.3	79.9	72.3	8.4	14.6	1.3	0.0	1.8	0.5	2.5	16.3	9.8	79.9
2010	32.1	158.4	39.3	16.5	3.3	5.3	0.2	1.2	0.4	39.7	5.5	12.2	158.4
2011	18.6	38.5	11.5	30.3	0.0	5.5	2.0	1.7	7.3	18.2	9.6	19.0	38.5
2012	22.0	43.4	32.5	62.5	4.5	0.3	0.0	0.1	0.0	8.3	10.6	13.9	62.5
2013	37.3	36.2	26.8	2.2	29.3	0.0	2.1	0.0	7.9	13.7	0.2	8.3	37.3

Fuente: SENAMHI- [9]

En el *Gráfico N° 4.10 en Anexos*, se puede observar la distribución de las precipitaciones máximas respecto al tiempo. Vemos que desde el año 2008 hasta el año 2010, son considerables las precipitaciones máximas durante esos años a comparación de los otros. Este tipo de datos extraordinarios no serán utilizados para el análisis, con el fin de evitar una influencia sobre los resultados.

#### 4.3.3.2 Periodo de Retorno

“El Periodo de retorno, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Periodo de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años [8]”.

Tabla N° 2.19: Vida útil de cada tipo de obra.

Tipo de obra	Vida útil considerado (n)
Puentes y Defensas Ribereñas	40
Alcantarillas y quebradas importantes	25
Alcantarillas y quebradas menores	15
Drenaje de plataforma y Sub-drenes	15

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje - MTC.

Tabla N° 2.20: Riesgo Admisible para cada tipo de obra.

Tipo de obra	Riesgo Admisible (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de plataforma(a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas ribereña	25

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje - MTC.

Tabla N° 2.21: Valores de Periodo de Retorno T (años).

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje - MTC.

Según las consideraciones anteriores, extraídas del Manual del MTC se procedió a calcular el periodo de retorno con la siguiente formula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n, \quad (10)$$

Dando como resultado un Periodo de Retorno (T) = 139.5 años, teniendo como resultado aproximado 140 años.

#### 4.3.3.3 Análisis estadístico de datos hidrológicos

Los registros de precipitaciones máximas en 24 horas fueron analizadas estadísticamente por los siguientes métodos:

Distribución Normal, distribución Log Normal 2 parámetros, distribución Log Normal 3 parámetros, distribución Gamma 2 parámetros, distribución Gamma 3 parámetros, distribución Log Pearson tipo III, distribución Gumbel, distribución Log Gumbel.

Las cuales fueron calculadas con ayuda del programa Hidroesta 2, en anexos - Imagen N° 6.02 hasta imagen N° 6.09, se muestran los resultados obtenidos mediante las 8 distribuciones.

Todas las distribuciones ensayadas pasaron el ajuste de Smirnov – Kolmorov. Se realizará la evaluación de las ocho distribuciones, se escogerá una de ellas siguiendo el principio que se argumenta, el de tomar una curva media representativa. (Ver Gráfico 4.11)

Tabla N° 2.22: Precipitaciones (mm) de acuerdo con cada distribución y en cada periodo de retorno considerado.

T	Normal	Log Normal 2 Parámetros	Log Normal 3 Parámetros	Gamma 2 Parámetros	Gamma 3 Parámetros	Log Pearson Tipo III	Gumbel	Log Gumbel
5	39.28	37.9	36.42	37.86	37.88	36.81	37.98	35.79
10	44.42	43.77	45.08	43.61	45.23	44.52	44.87	44.13
25	49.9	51.77	57.97	50.33	54.4	55.47	53.52	57.49
50	53.44	57.7	68.99	55	61.07	64.54	59.96	69.95
100	56.63	63.61	81.22	59.43	67.58	74.44	66.34	84.99
140	58.29	66.49	87.63	61.5	70.69	79.57	69.43	93.39
200	59.77	69.55	94.78	63.64	73.95	85.24	72.71	103.19
500	63.31	77.49	114.9	68.96	82.17	101.04	81.11	133.3

Fuente: Elaboración propia, usando el software Hidroesta.

De las 8 distribuciones que pasan el ajuste según el método de Smirnov - Kolmorov, se elige **Log Pearson Tipo III**, dado que su curva se halla en una posición que representa valores medios de los periodos de retorno evaluados.

Tabla N° 2.23: Datos de precipitación por cada periodo de retorno usando la distribución

## Log Pearson Tipo III

T	Log Pearson Tipo III
5	36.81
10	44.52
25	55.47
50	64.54
100	74.44
140	79.57
200	85.24
500	101.04

Fuente: Elaboración propia usando el programa Hidroesta.

**4.3.3.4 Método racional modificado**

“Es el método racional que permite estimar de forma sencilla caudales punta en cuentas de drenaje naturales con áreas menores a 770 km<sup>2</sup> y con tiempo de concentración de entre 0.25 y 24 horas [8]”,

Tabla N° 2.24: Características principales de la Cuenca Cascajal.

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
De la superficie		
Area	km2	147.54
Perimetro de la cuenca	m	55104.75
Cotas		
Cota máxima	msnm	2950.00
Cota mínima	msnm	300.00
Centroide (PSC: WGS 1984 UTMZONE 17S)		
X centroide	m	656368.32
Y centroide	m	9354026.71
Z centroide	msnm	1708.13
Altitud		
Altitud media	msnm	1708.13
Altitud más frecuente	msnm	852.08
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	1466.89
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	26.00
De la red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	19.59
Orden de la Red Hídrica	UND	6.00
Longitud de la red Hídrica	km	373.25
Pendiente promedio de la Red Hídrica	%	3.00
Parámetros Generados		
Pendiente del cauce principal	m/m	0.135

Fuente: Elaboración propia.

El caudal según el método racional modificado se calcula con la siguiente formula:

$$Q = 0.278 CIAK, \quad (11)$$

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño ( $m^3/s$ )

C: Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce I.

I: Intensidad de precipitación máxima horaria ( $mm/h$ )

A: Área de la cuenca ( $km^2$ )

K: Coeficiente de Uniformidad

Teniendo en cuenta un Periodo de Retorno ( $T$ ) = 140 años, a continuación se calculará el caudal:

A) Tiempo de concentración ( $T_c$ )

$$T_c = 0.3 \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}, \quad (12)$$

Donde:

L= Longitud del cauce mayor (km)

S= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)

**$T_c = 4.21$  horas**

B) Coeficiente de Uniformidad

$$K = 1 + \left( \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} \right), \quad (13)$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración (horas)

**$K = 1.30$**

C) Coeficiente de Simultaneidad o Factor reductor ( $K_A$ )

$$K_A = 1 - \left( \frac{\log_{10} A}{15} \right), \quad (14)$$

Donde:

A: Área de la cuenca ( $Km^2$ )

$$**K_A = 0.86**$$

D) Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P)

$$P = K_A P_d, \quad (15)$$

Donde:

$K_A$ : Factor reductor

$P_d$ : Precipitación máxima diaria (mm)

**P= 68.06 mm**

E) Intensidad de Precipitación (I)

$$I = \left( \frac{P}{24} \right) * (11)^{\frac{28^{0.1} + Tc^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}, \quad (16)$$

Donde:

P: Precipitación máxima corregida (mm)

Tc: Tiempo de concentración (horas)

**I= 12.22 mm/h**

F) Coeficiente de Escorrentía (C)

$$C = \frac{(P_d - P_o) * (P_d - 23 * P_o)}{(P_d + 11 * P_o)^2}, \quad (17)$$

Donde:

$P_d$ : Precipitación máxima diaria (mm)

$P_o$ : Umbral de escorrentía...  $P_o = \left( \frac{5000}{CN} \right) - 50, \quad (18)$

CN: Número de curva

**C= 0.48**

**Para todos los periodos de retorno considerados, tenemos los siguientes caudales:**

Tabla N° 2.25: Periodo de Retorno vs Caudal (m3/s).

Periodo de Retorno (años)	Caudal (m3/s)
5	144.83
10	175.17
25	218.25
50	253.94
100	292.89
140	313.08
200	335.39
500	397.55

Fuente: Elaboración propia.

Para resolver la ecuación en el presente informe, se evaluó con el periodo de retorno de 140 años y la precipitación a los presentes años, para al final del estudio hidrológico (tabla N° 2.25) analizar para cada uno de los periodo de retorno, debido a que el manual de hidrología nos acota que se tendrá que analizar el caudal con un máximo de 500 años de T.

#### 4.4. Estudio Hidráulico

Luego de obtener el caudal máximo para un P.R. (periodo de retorno) de 140 años mediante el método racional modificado, así también como las secciones transversales de la topografía, se procedió a utilizar el software de ingeniería HEC-RAS versión 5.0.5 US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, para calcular los parámetros necesarios para el diseño hidráulico del puente.

##### 4.4.1. Ubicación del estudio

Para el presente estudio, tendrá como base al estudio topográfico con la mejor representación del cauce del río, así como también al estudio hidrológico con la determinación del caudal. Para la determinación del caudal que transcurre por el cauce del río Palo Blanco, en dicho tramo donde se determinará la mejor ubicación del puente, abarca aproximadamente 400 metros de longitud.

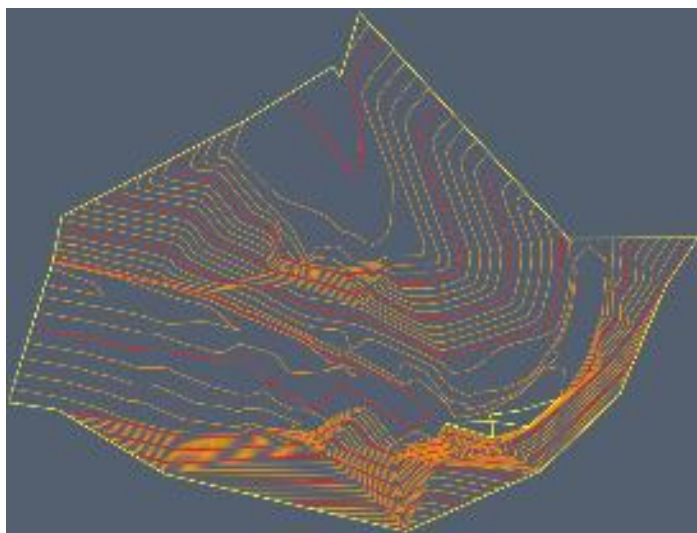
##### 4.4.2. Procedimiento para HEC-RAS

El procedimiento que a continuación se muestra, abarcará desde el programa AutoCad Civil 3D hasta el software HEC-RAS:

###### 4.4.2.1. Primer paso

Teniendo las curvas de nivel generadas se procede a crear una superficie (programa Autocad civil 3d) en: Superficies/crear Superficies/ Asignar una cada de superficie/Asignar un nombre a la superficie a continuación se observa el resultado del procedimiento:

Imagen N°6.10: Curvas de nivel.



Fuente: Elaboración propia

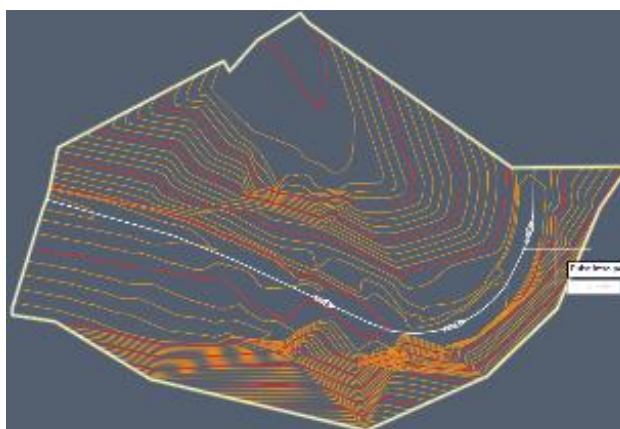
###### 4.4.2.2. Segundo paso

A continuación se procede a dibujar con POLILINEA el eje cauce del río que se observó en campo y según la topografía, la POLILINEA se hace en sentido contrario del cauce debido a que



al exportar en al HEC-RAS cambia el sentido. Para ver la dirección del río: Menú/ Inicio/ Alineación / Crear alineación a partir de objetos/click en la polilínea.

Imagen N° 6.11: Curvas de nivel con el eje del río.



Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

#### 4.4.2.3. Tercer paso

Luego de crear el cauce del río, será necesario acotar cada tramo del perfil longitudinal del Río Palo Blanco, se procede a hacer otro ENTER para que salga el cuadro de a continuación:

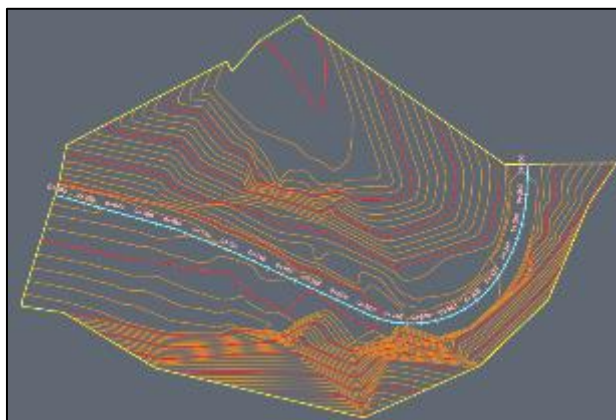
Imagen N° 6.12: Alineación a partir de objetos.

Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

#### 4.4.2.4. Cuarto paso

Se procede a rellenar con las características que se muestran y el resultado será el siguiente:

Imagen N° 6.13: Eje del río acotado.

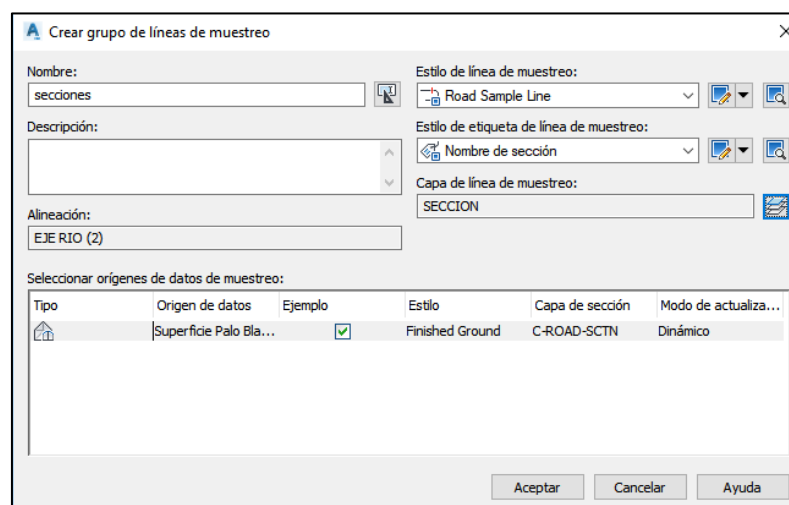


Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

#### 4.4.2.5. Quinto paso

Será necesaria la generación de secciones transversales, por lo que se siguen los siguientes pasos  
Menú / Inicio / Líneas de muestreo/ Capa de línea de muestreo.

Imagen N° 6.14: Líneas de muestreo (1).



Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

#### 4.4.2.6. Sexto paso


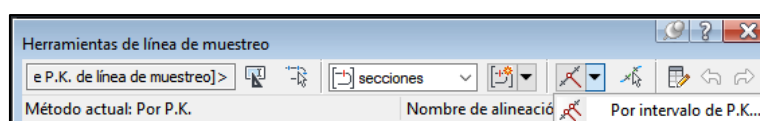
Luego, Herramientas de líneas de muestro/  / Por Intervalo de P.K.

Imagen N° 6.15: Líneas de muestreo (2).

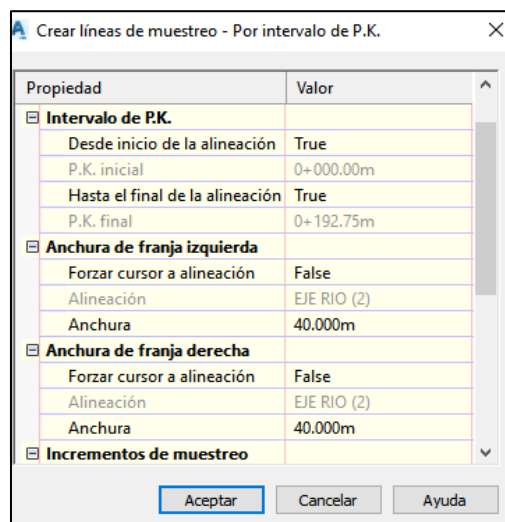


Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

#### 4.4.2.7. Séptimo paso

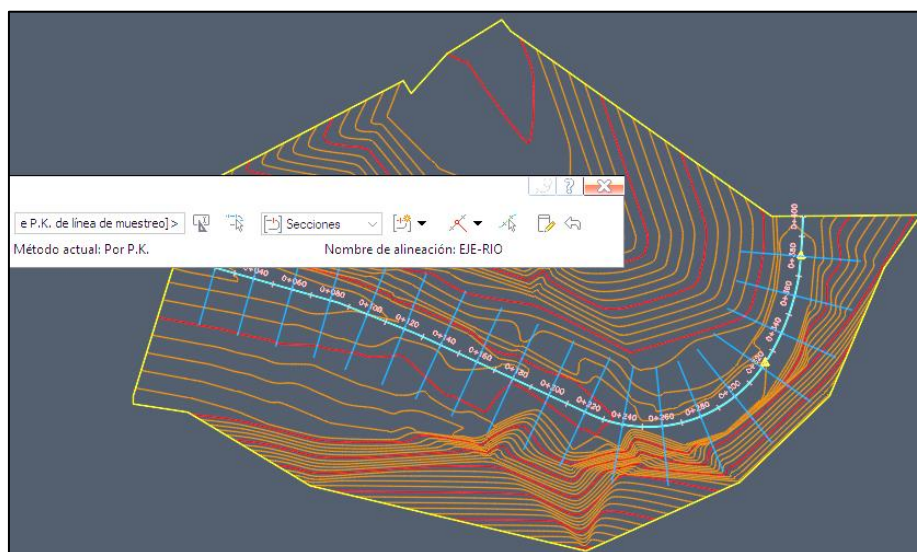
En la ventana que se muestra a continuación, se procede a dar la anchura transversal del río, respecto a la franja izquierda como derecha, para una mejor interpretación se trabajó con un aproximado de 40 m.

Imagen N° 6.16: Líneas de muestreo (3).



Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

Imagen N° 6.17: Líneas transversales del perfil longitudinal del río.

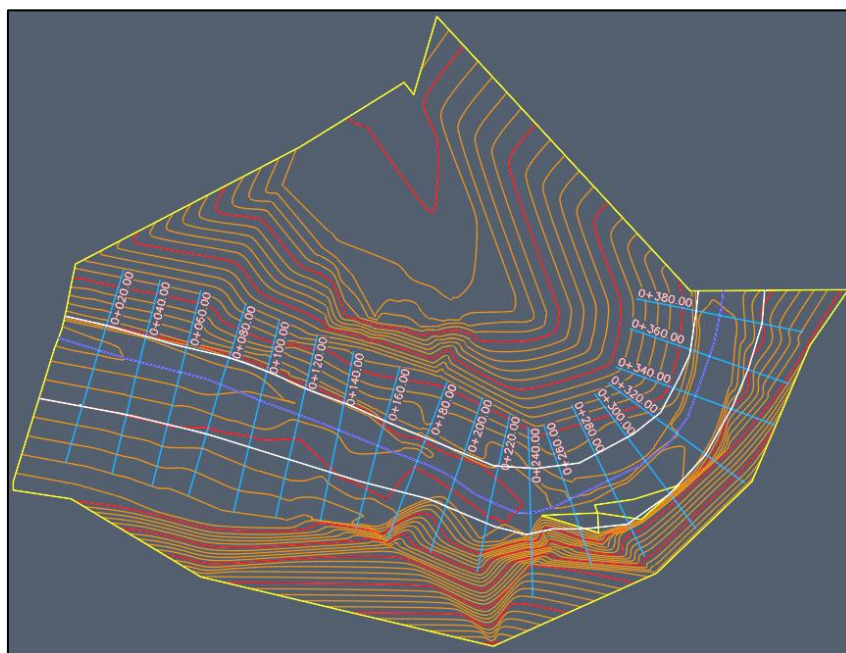


Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

#### 4.4.2.8. Octavo paso

Una vez obtenido el eje y secciones transversales del río cada 20 metro, hasta 400 metros. Se procede a usar POLILINEA para tener una expectativa del ancho del río que se ve en campo.

Imagen N° 6.18: Ancho del río.

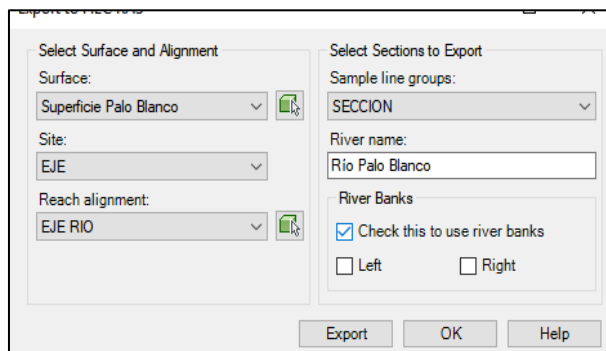


Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

#### 4.4.2.9. Noveno paso

Para finalizar el procedimiento en lo que respecta al software AutoCad CIVIL 3D se procede a realizar lo siguiente: Menú/ Salida/ Exportar a HEC-RAS. Se procede a dar un nombre en la sección de River name.

Imagen N° 6.19: Exportar HEC-RAS.



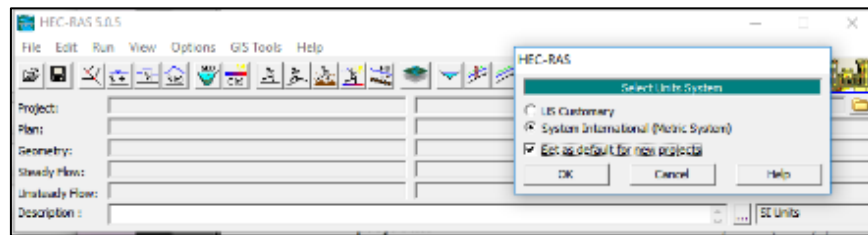
Fuente: Elaboración propia – Autocad Civil 3D.

Consecuentemente tenemos que definir la franja izquierda y derecha, esta característica es según como lo estamos dibujando, más no como está el cauce en campo.

#### 4.4.2.10. Décimo paso


Lo primero (y por única vez) indicamos a HEC-RAS que utilice unidades del Sistema Internacional, así: Menú/Options/Unit System/ y activar la opción set as default.

Imagen N° 6.20: Opciones HEC-RAS.



Fuente: Elaboración propia – HEC-RAS.

#### 4.4.2.11. Undécimo paso

Se crea el proyecto en File/New Project/ Create Folder. Y luego hacemos click en el ícono  y en la ventana que apreciamos seguimos los siguientes pasos: File / Import Geometry Data/ Gis format/ Ubicamos el lugar en donde se guardó el proyecto del civil/ SI (metric) units / Finished – Import data.

#### 4.4.2.12. Duodécimo paso

Luego de tener nuestro perfil y secciones transversales exportadas, se procede a calcular el coeficiente de Manning según: la “Tabla de Cowan para determinar la influencia de factores sobre el coeficiente N”.

Entonces:

$$n_0 = 0.025$$

$$n_1 = 0.01$$

$$n_2 = 0.012$$

$$n_3 = 0.01$$

$$n_4 = 0.025$$

$$m_5 = 1.15$$

Donde:

$$n = m_5(n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4), \quad (19)$$

$N = 0.0943$  (coeficiente de manning)

#### 4.4.2.13. Decimotercer paso

En la ventana de Geometric Data se procede a: Menú/ Tables / Manning's or k values ( horizontally varied), luego para poder introducir el manning calculado se hace click en Set Values.

Imagen N° 6.21: Características del cauce (1).

Edit Manning's n or k Values

River: RIO PALO BLANCO ☐ Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: EJE All Regions

Selected Area Edit Options: Add Constant ... Multiply Factor ... **Set Values ...** Replace ... Reduce to L Ch R ...

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	380	n	0.0943	0.0943	0.0943
2	360	n	0.0943	0.0943	0.0943
3	340	n	0.0943	0.0943	0.0943
4	320	n	0.0943	0.0943	0.0943
5	300	n	0.0943	0.0943	0.0943
6	280	n	0.0943	0.0943	0.0943
7	260	n	0.0943	0.0943	0.0943
8	240	n	0.0943	0.0943	0.0943
9	220	n	0.0943	0.0943	0.0943
10	200	n	0.0943	0.0943	0.0943
11	180	n	0.0943	0.0943	0.0943
12	160	n	0.0943	0.0943	0.0943
13	140	n	0.0943	0.0943	0.0943
14	120	n	0.0943	0.0943	0.0943
15	100	n	0.0943	0.0943	0.0943
16	80	n	0.0943	0.0943	0.0943
17	60	n	0.0943	0.0943	0.0943
18	40	n	0.0943	0.0943	0.0943
19	20	n	0.0943	0.0943	0.0943

Fuente: Elaboración propia – HEC-RAS.

Se calcula también la pendiente del cauce (el tramo el cual será estudiado):

$$S = \frac{\text{Cota máxima} - \text{Cota mínima}}{\text{Longitud del cauce}}, (20)$$

Tenemos:

Cota máxima = 307 m.s.n.m

Cota mínima = 301.6 m.s.n.m

Longitud del cauce= 400

$$S = 0.0135$$


Para ingresar este dato, realizamos los siguientes pasos: en el menú principal del HEC-RAS hacemos click en , luego en Reach Boundary conditions/ Normal Depth e ingresamos el dato calculado.

Imagen N° 6.21: Características del cauce (2).

Steady Flow Boundary Conditions

☒ Set boundary for all profiles ☐ Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Known W.S. Critical Depth **Normal Depth** Rating Curve Delete

Selected Boundary Condition Locations and Types

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
RIO PALO BLANCO	EJE	all		Normal Depth S = 0.0943

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ... OK Cancel Help

Fuente: Elaboración propia – HEC-RAS.

#### 4.4.2.14. Decimocuarto paso


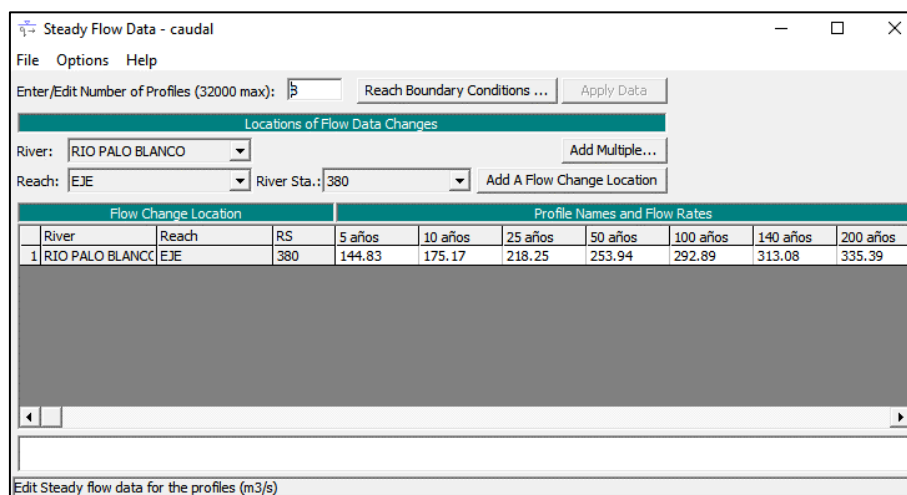
Luego, para introducir los caudales al programa hacemos click en el ícono , y en Enter /Edit Numer Of profiles, podemos el número de periodos de retorno que analizaremos, en este caso he puesto mis 8 periodos como se muestra a continuación:

Imagen N° 6.21: Caudal del río.



Fuente: Elaboración propia – HEC-RAS.

#### 4.4.2.15. Decimoquinto paso


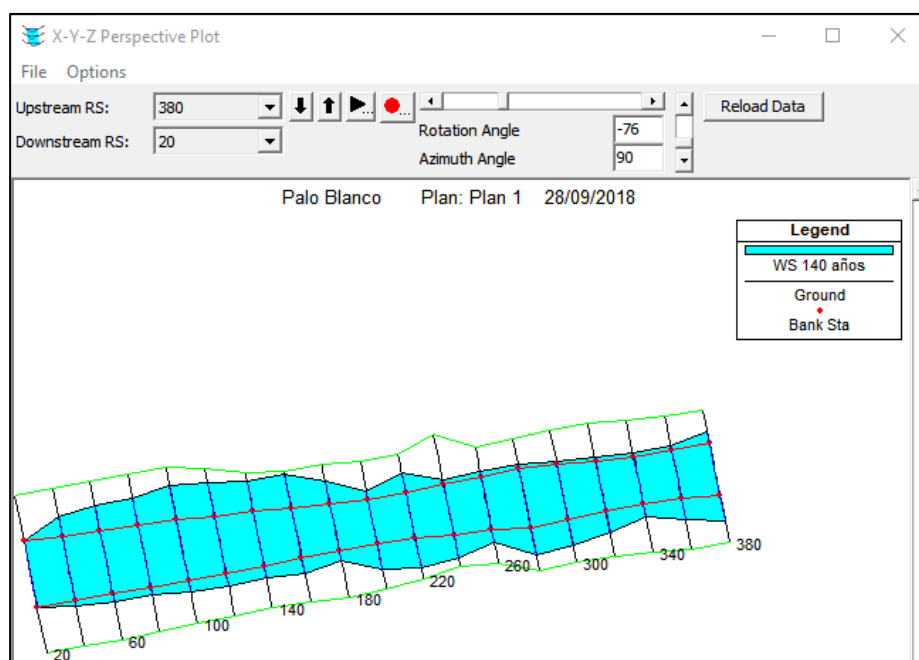
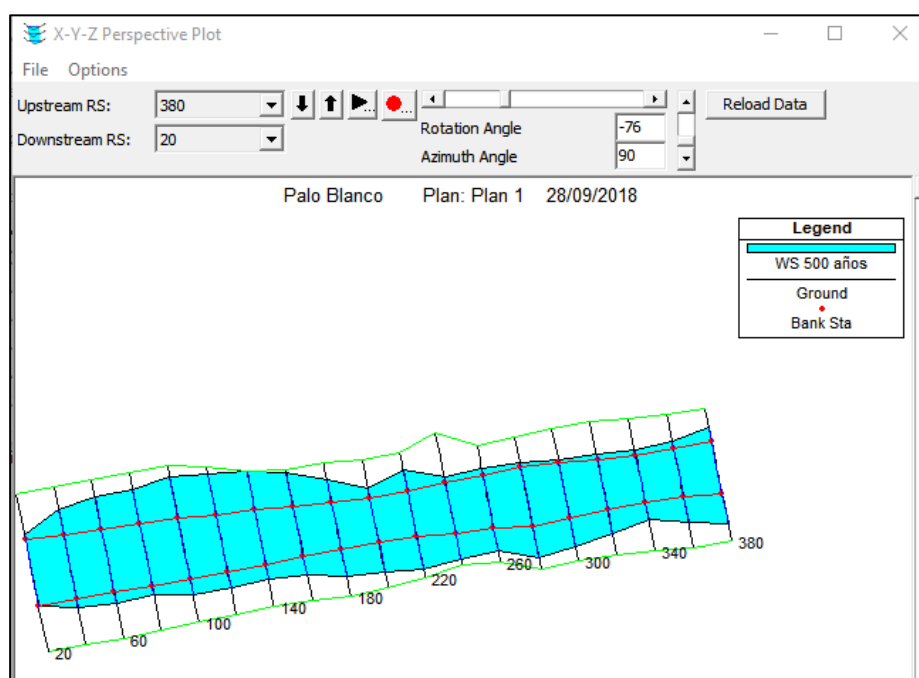
Para finalizar este procedimiento, en la ventana principal del HEC-RAS se procede a hacer click en el ícono  y se crea un nuevo plan en File, consecuentemente se hace click en Compute, para que el software procese los datos. Los resultados se muestran a continuación:

Imagen N° 6.22: Para un periodo de retorno de 140 años y un caudal de 313.08 m<sup>3</sup>/s



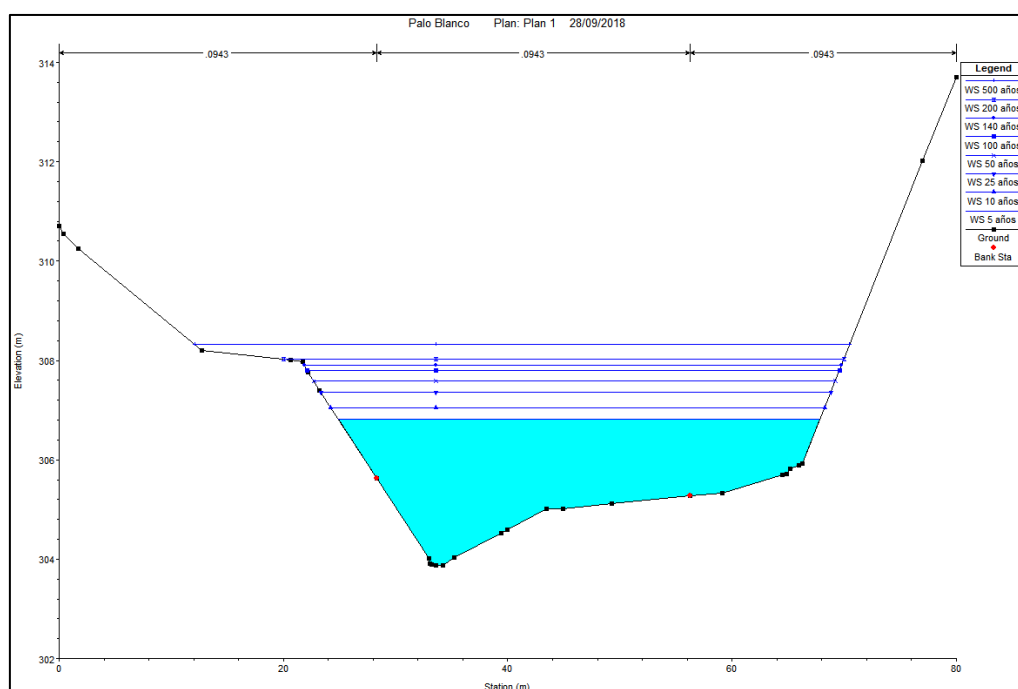
Fuente: Elaboración propia – HEC-RAS.

Imagen N° 6.23: Para un periodo de retorno de 500 años y un caudal de 397.55 m<sup>3</sup>/s



Fuente: Elaboración propia – HEC-RAS.

Imagen N° 6.24: Perfil transversal de la sección 0+220.



Elaboración: Propia – HECRAS



Tabla N° 2.26: Parámetros Hidráulicos de la sección 0+220 para 140 años.

PARÁMETROS HIDRÁULICOS	VALOR	UND
Cota de Línea de Energía	308.27	m
Carga de Velocidad	0.36	m
Cota de Nivel de agua	307.91	m
Pendiente de la L. E	0.015862	m/m
Q total	313.08	m <sup>3</sup> /seg
Ancho Superficial	47.89	m
Velocidad Total	2.57	m/seg
Tirante máximo	4.04	m
Cota Máxima	307.91	m
Cota de fondo	303.87	m

Elaboración: Propia – HECRAS

Tabla N° 2.27: Parámetros Hidráulicos de la sección 0+220 para 500 años.

PARÁMETROS HIDRÁULICOS	VALOR	UND
Cota de Línea de Energía	308.76	m
Carga de Velocidad	0.44	m
Cota de Nivel de agua	308.32	m
Pendiente de la L. E	0.016431	m/m
Q total	397.55	m <sup>3</sup> /seg
Ancho Superficial	58.39	m
Velocidad Total	2.76	m/seg
Tirante máximo	4.45	m
Cota Máxima	308.32	m
Cota de fondo	303.87	m

Elaboración: Propia – HECRAS

Con el presente estudio hidráulico, se puede observar en la sección 0+220 del plano de topografía un tirante máximo de 4.45 m, caudal total de 397.55 m<sup>3</sup>/seg y la velocidad total de 2.76, datos que serán utilizados a continuación en socavación.

#### 4.4.3. Cálculo de la socavación general

Los datos serán extraídos de HEC-RAS, en el cauce y en ambos extremos de la sección en la que se ubicará el puente, a continuación se muestra la imagen de los datos a utilizar.

Imagen N° 6.25: Características de la sección 0+220.

Cross Section Output					
File Type Options Help					
River:	RIO PALO BLANCO	Profile:	500 años		
Reach:	EJE	RS:	180	↓	↑
Plan: Plan 1					
Plan: Plan 1 RIO PALO BLANCO EJE RS: 180 Profile: 500 años					
E.G. Elev (m)	308.76	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.094	0.094	0.094
W.S. Elev (m)	308.32	Reach Len. (m)	21.10	20.00	18.14
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	12.29	98.32	33.34
E.G. Slope (m/m)	0.016431	Area (m2)	12.29	98.32	33.34
Q Total (m3/s)	397.55	Flow (m3/s)	13.64	306.43	77.47
Top Width (m)	58.39	Top Width (m)	16.22	27.92	14.25
Vel Total (m/s)	2.76	Avg. Vel. (m/s)	1.11	3.12	2.32
Max Chl Dpth (m)	4.45	Hydr. Depth (m)	0.76	3.52	2.34
Conv. Total (m3/s)	3101.4	Conv. (m3/s)	106.4	2390.5	604.4
Length Wtd. (m)	19.70	Wetted Per. (m)	16.65	28.32	14.92
Min Ch El (m)	303.87	Shear (N/m2)	118.95	559.44	360.12
Alpha	1.13	Stream Power (N/m s)	132.07	1743.66	836.77
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)	1.50	19.94	3.75
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	1.30	5.66	3.14

Elaboración: Propia – HECRAS

$Q_d = 306.43 \text{ m}^3/\text{seg}$ , (cuadro derecho de la imagen N° 25, Flow – Channel)

$Be = 41.59 \text{ m}$ , se ha determinado la longitud del espejo de agua, teniendo en cuenta las características del terreno.

$H_o = 3.52 \text{ m}$ , tirante central antes de la erosión (cuadro derecho de la imagen N° 24, Hydr Depth - Channel)

$V_m = 1.38 \text{ m/seg}$ , (cuadro izquierdo de la imagen N° 24, Velocidad m= Velocidad Total/2)

$m = 1$ , Ver Tabla N° 2.28.

Tabla N° 2.28: Coeficiente de contracción.

Velocidad media en la sección, en m /seg	Longitud libre entre dos estribos												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
4.00 o mayor	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodríguez A., 1992)

$\gamma_d = 1.76 \text{ t/m}^3$ . Se muestra en la tabla N°29 los pesos específicos para cada tipo de suelo, se han tomado los datos de arena media =  $2080 \text{ kg/cm}^2$  y arcilla =  $1440 \text{ kg/cm}^2$ , se ha hallado el promedio de ambos datos y el resultado es  $1760 \text{ kg/cm}^2$ .

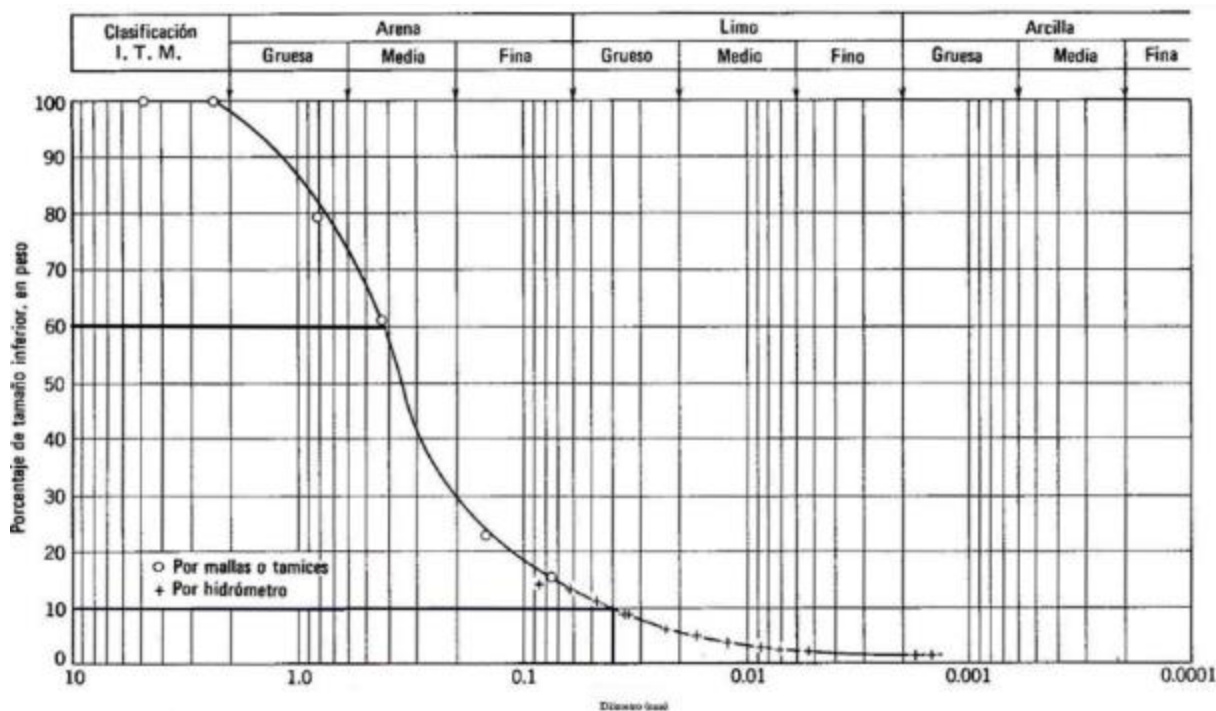
Tabla N° 2.29: Ángulo de fricción interna y peso específico de suelos.

Tipo de suelo	Consistencia	Ángulo de fricción interna $\phi$ en grados	Peso específico en $\text{kg/cm}^2$
Arena gruesa o	compacta	40	2250
	Suelta	35	1450
Arena media	compacta	40	2080
	Suelta	30	1450
Arena fina	compacta	30	2080
	Suelta	25	1365
Limo uniforme	compacta	30	2160
	Suelta	25	1365
Arcilla - limo	Suave a median	20	1440-1920
Arcilla limosa	Suave a median	15	1440-1920
Arcilla	Suave a median	0.1	1440-1920

Fuente: [11].

$d_m = 0.20 \text{ mm}$ . Teniendo en cuenta nuestro primer estrato del estudio de mecánica de suelos, el cual nos da un material arcillo arenoso con presencia de humedad, se han sumado los diámetros de partícula ( $d_m$ ) de ambos materiales en lo que respecta a la curva granulométrica de un suelo según Lambe. El resultado para arena es 0.2 y para arcilla 0.005.

Figura N° 07: Curva granulométrica de un suelo.



Fuente: Lambe 1951.

$x = 0.419$ . Se ha interpolado para el  $d_m = 0.2 \text{ mm}$  de la tabla N° 2.30.

Tabla N° 2.30: Valores de x para suelos no cohesivos.

SUELOS NO COHESIVOS	
dm (mm)	x
0.05	0.43
0.15	0.42
0.50	0.41
1.00	0.40
1.50	0.39

Tr = 500 años

b = 1.05, (tabla N° 2.31, coeficiente para 500 años)

Tabla N° 2.31: Valores de x para suelos no cohesivos.

Periodo de retorno del gasto de diseño ( años )	Coeficiente b
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05

A = 222.05 m<sup>2</sup>. Para el cálculo del área de la sección hidráulica, se ha aplicado la fórmula de continuidad  $Q=AxV$ . Donde V es igual a la velocidad media 1.38 m/seg y Q es igual al caudal de diseño 306.43 m<sup>3</sup>/seg.

Hm = 5.339 m. Para la profundidad media de la sección se ha dividido 222.05 m<sup>2</sup> entre 41.59m

$\alpha = 0.374$ . Aplicamos la fórmula número 5 en socavación.  $\alpha = \frac{Qd}{H_m^{5/3} B e}$ , (5)

Entonces:

Hs = 4.36 m (Profundidad de socavación)

ds: Profundidad de socavación respecto al fondo del cauce

ds = 0.84 m. Restamos el tirante antes de la erosión (H<sub>0</sub>) con la profundidad de socavación (Hs) asumimos **ds= 0.90 m**

#### 4.4.4. Cálculo de la socavación al pie de los estribos

Para el cálculo de la socavación en cada estribo se tomaran en cuenta las siguientes variables:

St = Tirante incrementado al pie del estribo debido a la socavación en mts.

Ho = Tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión

Q = Caudal de diseño.

Q1 = Caudal que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo de la margen izquierda

$P_q$  = Coeficiente que depende de la relación  $Q_1/Q$ .

$\alpha$  = Ángulo que forma el eje del estribo con la corriente

$P_\alpha$  = Coeficiente que depende del ángulo  $\alpha$ .

$R$  = Talud que tiene el estribo

$P_R$  = Coeficiente que depende del talud que tiene el estribo.

#### 4.4.4.1. Estribo margen izquierda aguas abajo

Teniendo en cuenta la definición de cada variable se procede a realizar los cálculos de la socavación local.

$H_0$  = 0.76 m. El tirante se ha calculado en el programa HEC-RAS, como lo muestra en la imagen N° 24 en el cálculo de la socavación general.

$Q$  = 306.43 m<sup>3</sup>/seg

$Q_1$  = 13.64 m<sup>3</sup>/seg (Ver imagen N° 24).

$Q_1/Q$  = 0.04

$P_q$  = 2.00

Tabla N° 2.32: Valores del coeficiente correctivo  $P_q$  en función de  $Q_1/Q$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_q$ EN FUNCION DE $Q_1/Q$								
$Q_1/Q$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
$P_q$	2.00	2.65	3.22	3.45	3.67	3.87	4.06	4.20

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

$\alpha$  = 90°

$P_\alpha$  = 1.00

Tabla N° 2.33: Valores del coeficiente correctivo  $P_\alpha$  en función de  $\alpha$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_\alpha$ EN FUNCION DE $\alpha$					
$\alpha$	30°	60°	90°	120°	150°
$P_\alpha$	0.84	0.94	1.00	1.07	1.19

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

$R$  = 1.50

$P_R$  = 0.83

Tabla N° 2.34: Valores del coeficiente correctivo  $P_R$  en función de  $R$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_R$ EN FUNCION DE $R$						
TALUD $R$	0	0.50	1.00	1.50	2.00	3.00
$P_R$	1.00	0.91	0.85	0.83	0.61	0.50

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

Entonces:

$$St = 1.26 \text{ m}$$

ds= profundidad de socavación respecto al fondo del cauce.

$$So= 0.50 \text{ m.}$$

#### 4.4.4.2. Estribo margen derecha aguas abajo

Teniendo en cuenta la definición de cada variable se procede a realizar los cálculos de la socavación local.

$$H_0 = 2.34 \text{ m}$$

$$Q = 306.43 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_1 = 77.47 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_1/Q = 0.25$$

$$P_q = 2.94. \text{ Interpolamos el resultado de } Q_1/Q.$$

Tabla N° 2.32: Valores del coeficiente correctivo  $P_q$  en función de  $Q_1/Q$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_q$ EN FUNCION DE $Q_1/Q$								
$Q_1/Q$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
$P_q$	2.00	2.65	3.22	3.45	3.67	3.87	4.06	4.20

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

$$a = 90^\circ$$

$$Pa = 1.00$$

Tabla N° 2.33: Valores del coeficiente correctivo  $P_\alpha$  en función de  $\alpha$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_\alpha$ EN FUNCION DE $\alpha$					
$\alpha$	30°	60°	90°	120°	150°
$P_\alpha$	0.84	0.94	1.00	1.07	1.19

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

$$R = 1.50$$

$$PR = 0.83$$

Tabla N° 2.34: Valores del coeficiente correctivo  $P_R$  en función de  $R$

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO $P_R$ EN FUNCION DE $R$						
TALUD R	0	0.50	1.00	1.50	2.00	3.00
$P_R$	1.00	0.91	0.85	0.83	0.61	0.50

Fuente: Juárez Badillo E. y Rico Rodriguez A., 1992.

Entonces:

$$St = 5.70 \text{ m}$$

ds= profundidad de socavación respecto al fondo del cauce.

$$So= 3.36 \text{ m, aproximadamente } 3.40 \text{ m}$$

Como podemos observar ambos resultados de socavación local, el más afectado es el estribo izquierdo, por tanto se tomará en cuenta los elementos de protección.

#### **4.4.5. Cálculo Enrocado**

##### **4.4.5.1 Método de Maynord**

Altura Hidráulica = 4.45 m (Ver imagen N° 24 en socavación general).

Velocidad en el centro del cauce = 3.12 (Ver imagen N° 24 en socavación general).

Coeficiente por ubicación de la roca = 0.28 para el talud y 0.25 para fondo, según Maynord.

Coeficiente por ubicación de la roca = 1.25, según Maynord.

Entonces:

F = 0.59, ya sea en talud y fondo.

Diámetro medio en el talud,  $d_{50} = 0.23$ , aproximadamente 9"

Diámetro medio en el fondo,  $d_{50} = 0.26$ , aproximadamente 11"

Las obras de protección (enrocado) serán colocadas en el perímetro de la zapata del estribo que esté en contacto con el agua del río, así como también aproximadamente 20 m aguas arriba y 15 metros aguas abajo en los bordes del río Palo Blanco, para así evitar la socavación local en los estribos, cabe resaltar que se ha considerado una uña de 50 cm para el enrocado, por lo que la socavación en el cauce nos tal como resultado.

#### **4.5. Estudio de Tránsito**

##### **4.5.1. Etapa de Organización**

###### **4.5.1.1. Programa de actividades**

En base a las actividades anteriores, se procedió a realizar un programa de actividades a ser cumplidas. Tenemos como las principales actividades del conteo vehicular las siguientes:

1. Obtención y revisión de la información de fuente secundaria
2. Reconocimiento de ruta
3. Determinación de estaciones y tramos homogéneos
4. Diseño de formularios y esquemas de conteo
5. Adquisición de materiales y equipos
6. Conteo vehicular diario por espacio de 7 días
7. Revisión diaria de los formularios
8. Digitalización y verificación de la información descrita en los formularios.

## 9. Procesamiento de datos

### **4.5.1.2. Adquisición de materiales y equipos**

Para efectuar las actividades de conteo vehicular, ha sido necesario adquirir materiales y equipos indispensables durante el desarrollo de los trabajos. Tenernos como materiales y equipos adquiridos los siguientes:

Material de escritorio (lapiceros, cuadernos)

Formularios originales impresos en papel A4

Copias de los formularios.

Radios de largo alcance.

Conos de seguridad

Banderolas de advertencia

### **4.5.2. Etapa de Ejecución**

#### **4.5.2.1. Conteo y clasificación vehicular. Encuesta de origen y destino en la estación establecida**

De acuerdo a los requerimientos del estudio, se procedió a efectuar los conteos volumétricos de tráfico a partir del día miércoles 05 de Setiembre hasta el día martes 11 del mismo mes del 2018.

Los conteos o censos volumétricos de tráfico, se efectuaron durante 24 horas, en dos turnos, de cada día, por 2 clasificadores, registrándose todo vehículo que cruzase la estación, por sentido y en forma discriminada por tipo de vehículo.

### **4.5.3. Etapa de procesamiento automatizado**

#### **4.5.3.1. Revisión y consistencia del trabajo de campo**

Una vez terminada el trabajo de campo diario de llenado de datos y encuestas de origen y destino, se realizó las revisiones de la información y la consistencia de lo recaudado durante el día.

#### **4.5.3.2. Digitación y verificación**

A la llegada a la ciudad de Chiclayo, se procedió de manera inmediata a la digitación de la información, utilizando para esta labor el programa Excel 201 contenido dentro del paquete de Microsoft Office. El tesista encargado con anterioridad de la verificación y consistencia de la información en campo, fue el responsable directo de la digitación, esto en tal sentido de darle una mayor precisión a la entrada de datos del programa.

#### **4.5.3.3. Determinación de los factores de corrección**

Se utilizará el valor de 1 como factor de corrección tanto para vehículos ligeros y pesados ya que no se encuentra dentro del área de influencia de ninguna estación de peaje



proporcionadas por el Ministerio de transportes y comunicaciones, dentro de la vía de acceso al proyecto.

#### 4.5.3.4. Volumen de tráfico diario

El volumen de tráfico promedio diario se ha obtenido de la suma del conteo de los vehículos en ambas direcciones (entrada y salida), lo cual nos ha permitido tener una idea más general del tipo y cantidad de vehículos que se observan diariamente. A continuación, se presenta el Cuadro N° 02 y el Gráfico N° 01, donde se presentan los datos obtenidos por cada día de conteo para la estación Filoque Chico.

Cuadro N° 3.9: Conteo de tráfico en ambos sentidos.

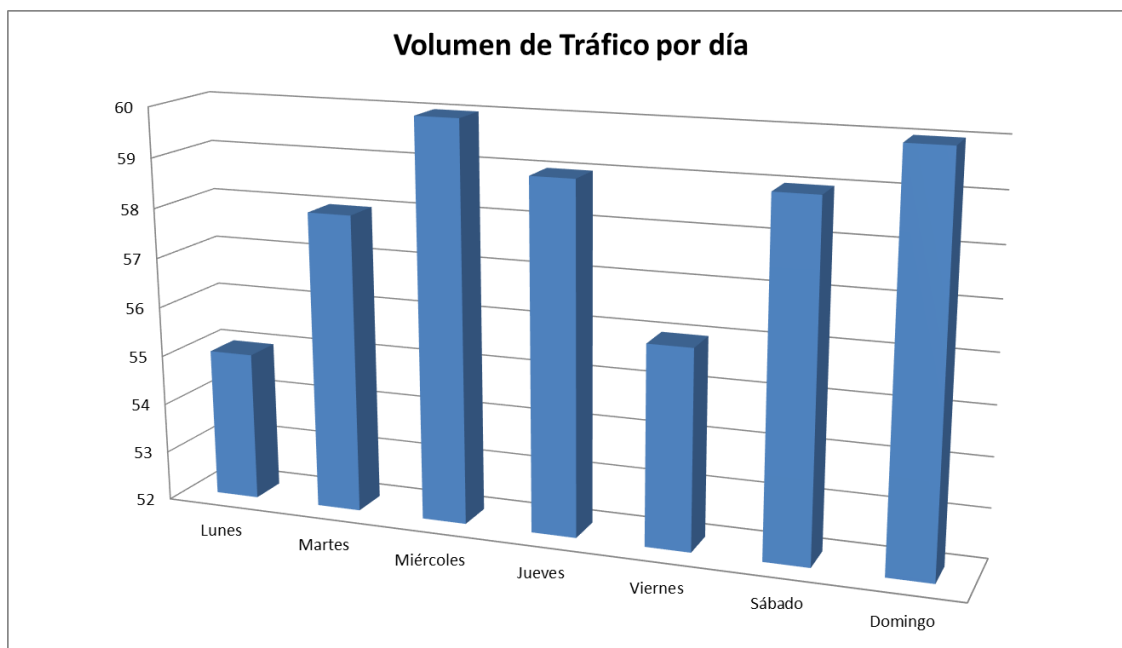
RESUMEN DE VOLUMEN DE TRÁFICO DIARIO

Tramo		Cruce Filoque Chico - Puente Palo Blanco				Ubicación		Huarmaca	
Cod Estación		E-01				Sentido		AMBOS	
Estación		Filoque Chico				Día		-	
TIPO DE VEHICULO		Lunes 03-Set-18	Martes 04-Set-18	Miércoles 05-Set-18	Jueves 06-Set-18	Viernes 07-Set-18	Sábado 08-Set-18	Domingo 09-Set-18	
AUTO		5	4	4	4	6	5	4	
STATION WAGON		10	15	21	14	14	13	12	
PICK UP		10	12	7	14	12	8	12	
PANEL		12	10	9	11	7	10	10	
COMBI		14	13	14	13	13	15	17	
MICROBUS		8	7	9	7	9	11	6	
Omnibus	2E	0	0	0	0	0	0	0	
	3E	0	0	0	0	0	1	0	
Camion	2E	0	0	0	0	0	0	0	
	3E	1	1	0	0	1	1	3	
	4E	0	0	0	0	0	0	0	
Semitraylers	2S1 y 2S2	0	0	0	0	0	0	0	
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	
	3S1 y 3S2	0	0	0	0	0	0	0	
	3S#	0	0	0	0	0	0	0	
Tráiler	2T2	0	0	0	0	0	0	0	
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	
	3T3	0	0	0	0	0	0	0	
	4T3	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL		55	58	60	59	56	59	60	

Fuente: Estudio de conteo, clasificación vehicular y encuesta de carga y pasajeros -2018

Elaboración: Propia

Gráfico N° 4.11: Volumen de tráfico por día.7



Elaboración: Propia

#### 4.5.3.5. Índice medio diario semanal

El índice medio diario semanal ha sido obtenido de promediar el sumatorio total según el tipo de vehículo entre el número total de días en que se ha realizado el conteo, siendo en este caso un número de 7 días.

$$\text{IMDs} = \Sigma V_i / 7, (21)$$

Donde:

Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la muestra vehicular

A continuación, se presenta el Cuadro N° 03 y el Gráfico N° 02, donde se presentan el promedio y porcentaje de los datos obtenidos para la estación La Garita

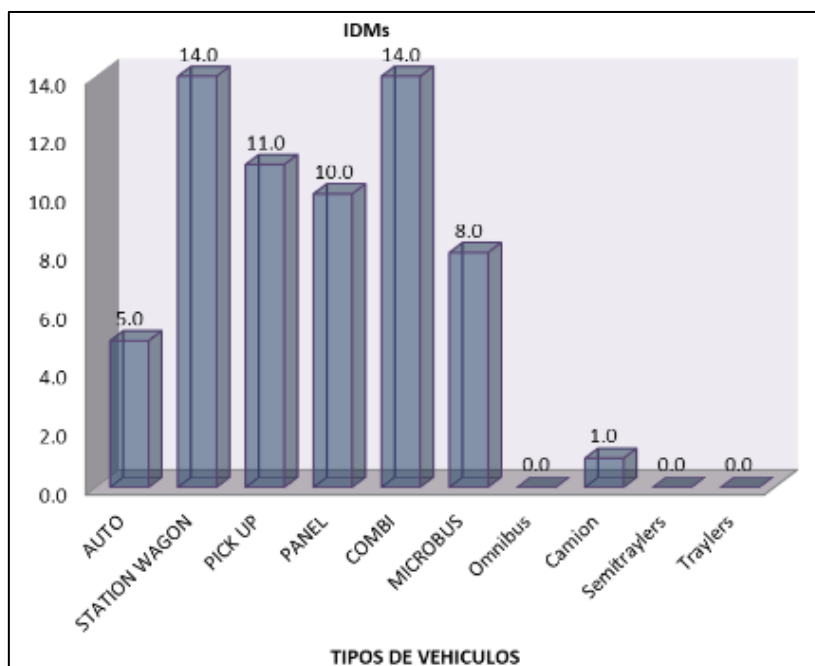
Cuadro N° 3.10: Índice medio diario semanal.

TIPO DE VEHICULO		IMDs	%
AUTO		5.0	7.9
STATION WAGON		14.0	22.2
PICK UP		11.0	17.5
PANEL		10.0	15.9
COMBI		14.0	22.2
MICROBUS		8.0	12.7
Omnibus	2E	0	0.0
	3E	0	0.0
Camion	2E	0	0
	3E	1	1.6
	4E	0	0
Semitraylers	2S1 y 2S2	0	0
	2S3	0	0
	3S1 y 3S2	0	0
	3S3	0	0
Tráiler	2T2	0	0
	2T3	0	0
	3T2	0	0
	3T3	0.0	0
	4T3	0.0	0.0
TOTAL		63	100

Fuente: Estudio de conteo, clasificación vehicular y encuesta de carga y pasajeros -2018

Elaboración: Propia

Gráfico N° 4.12: Índice medio diario semanal.



Elaboración: Propia

#### 4.5.3.6. Índice medio diario anual

El índice medio diario anual se ha obtenido de la multiplicación del índice medio diario semanal x el factor de corrección obtenido del MTC; en el caso de vehículos ligeros el factor es igual a 1 y para vehículos pesados e igual a 1. A continuación se presenta el Cuadro N° 04 y el gráfico N° 03, los Índices Medios Diarios anuales para la estación La Garita.

$$\text{IMDa} = \text{FC} \times \text{IMDs}, (22)$$

Donde:

FC = Factor de corrección estacional

IMDa = Índice Medio Diario Anual

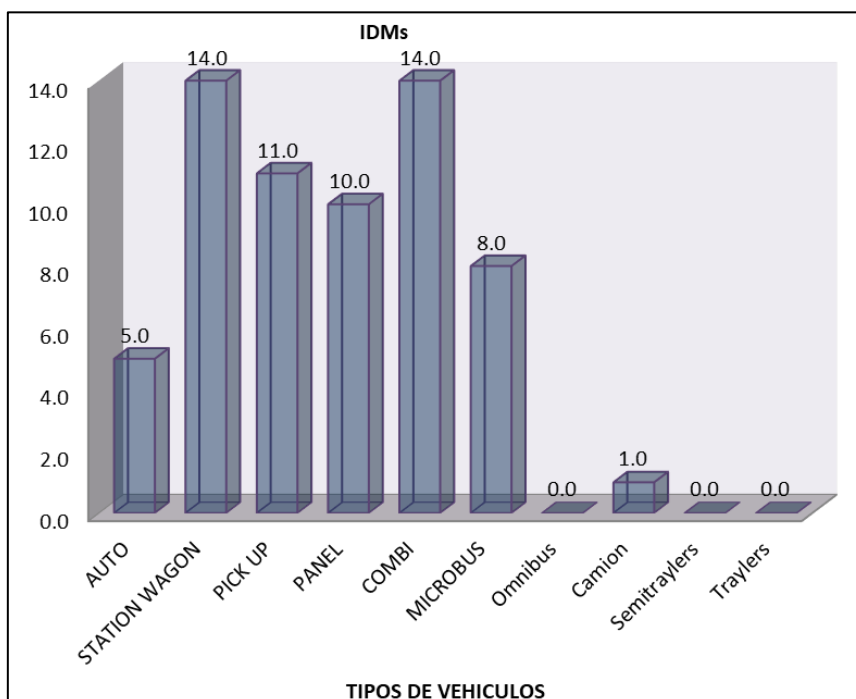
Cuadro N° 3.11: Índice medio diario anual.

TIPO DE VEHICULO		IMDs	%
AUTO		5.0	7.9
STATION WAGON		14.0	22.2
PICK UP		11.0	17.5
PANEL		10.0	15.9
COMBI		14.0	22.2
MICROBUS		8.0	12.7
Omnibus	2E	0	0.0
	3E	0	0.0
Camion	2E	0	0
	3E	1	1.6
	4E	0	0
Semitraylers	2S1 y 2S2	0	0
	2S3	0	0
	3S1 y 3S2	0	0
	3S3	0	0
Tráiler	2T2	0	0
	2T3	0	0
	3T2	0	0
	3T3	0.0	0
	4T3	0.0	0.0
TOTAL		63	100

Fuente: Estudio de conteo, clasificación vehicular y encuesta de carga y pasajeros -2018

Elaboración: Propia

Gráfico N° 4.13: Índice medio diario anual.



Fuente: Estudio de conteo, clasificación vehicular y encuesta de carga y pasajeros -2018

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta los resultados del estudio de tráfico y según el manual de carreteras 2018 – diseño geométrico, el IMDA= 63 veh /día entonces según la clasificación del manual es trocha carrozable, por lo cual la superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

#### 4.6. Estudio de Impacto Ambiental

El presente estudio contiene el estudio de impacto ambiental como parte de la elaboración del expediente técnico del puente palo blanco; este contiene la ley sobre la cual se fundamentan los estudios de este tipo mencionadas y analizadas dentro del capítulo correspondiente a marco legal; los aspectos generales del proyecto tales como ubicación, características y principales actividades ambientales que se producirán durante la etapa de construcción y operación del puente así también los requerimientos de obra y cronograma de ejecución.

##### 4.6.1. Entorno del proyecto

###### 4.6.1.1. Entorno físico

###### Clima

El clima en el distrito de Huarmaca es un clima templado y cálido. Hay constantes lluvias entre los primeros 4 meses del año. El clima es considerado como Cfb según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura promedio es de 17.1 °C y su precipitación media aproximada es de 22 mm.

La precipitación varía 153 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. La variación en la temperatura anual está alrededor de 1.2 ° C

Tabla N° 2.35: Tabla climática – datos históricos del tiempo Huarmaca.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	17.6	17.6	17.3	17.4	16.7	17.3	16.4	16.6	16.8	17.1	17.2	17.3
Temperatura mín. (°C)	11.7	11.9	11.5	11.6	9.9	10.2	10.3	10.1	10.4	10.7	10.6	10.6
Temperatura máx. (°C)	23.6	23.3	23.2	23.2	23.6	24.5	22.6	23.1	23.2	23.6	23.9	24
Temperatura media (°F)	63.7	63.7	63.1	63.3	62.1	63.1	61.5	61.9	62.2	62.8	63.0	63.1
Temperatura mín. (°F)	53.1	53.4	52.7	52.9	49.8	50.4	50.5	50.2	50.7	51.3	51.1	51.1
Temperatura máx. (°F)	74.5	73.9	73.8	73.8	74.5	76.1	72.7	73.6	73.8	74.5	75.0	75.2
Precipitación (mm)	98	123	171	110	52	39	18	19	27	52	39	54

Fuente: Climate-data.org.

**Recurso suelo:** El suelo de Palo Blanco está compuesto en su gran mayoría por macizo rocoso y sedimentos acumulados por millones de años sobre los cauces del río palo blanco. Así como en sus zonas aledañas se tiene terrenos fértiles y aptitud agronómica.

**Hidrología:** La zona de estudio se encuentra dentro de la cuenca Cascajal del río Palo Blanco; la cual pertenece a dos departamentos, Lambayeque y Piura, con un área de 568 269.15 ha, de las cuales 389,131.26 pertenece al departamento de Lambayeque (comprendiendo los distrito de Olmos y Morrope) y 179,138.15 a Piura.

#### 4.6.1.2. Entorno biológico

**Ecología:** La faja costera de la región Piura podría definirse como un mar rico y diverso, hacia el este de la superficie del departamento se encuentra poblada por vegetación, Piura es mundo de dunas, su relieve está compuesto principalmente de quebradas secas, las cuales se transforman en furiosos en épocas de lluvia. Este desierto es más conocido con el nombre de Sechura.

Piura también es la tierra de los algarrobos, árbol que aporta muchos beneficios al ser humano ya sea su madera, para la construcción o sus frutos como alimento para el hombre y animales. Otros árboles en el departamento son los hualtacos y guayacanes, estos dos se encuentran en peligro de extinción.

A los alrededores de la zona de estudio no existen áreas naturales protegidas, en su totalidad son sembríos de pobladores de la zona.

**Flora:** La flora del departamento de Piura es extensa y variada, por los cambios climáticos en su extensión territorial, a cada una de estas zonas les corresponde diferentes tipos de vegetación las cuales son relacionadas con sus medios climáticos. Entre las especies más representativas en la costa son: algarrobo, zapote, palo verde, faique, ceibo, pasallo, frejolillo;

en la sierra se encuentra: el bálsamo, ceibo, chuquiragua, guayacán, huarango, perotillo, polopolo, tora y vileo. Y otros como: guayabillo succulentas, suche, molle, ponciana, higuera

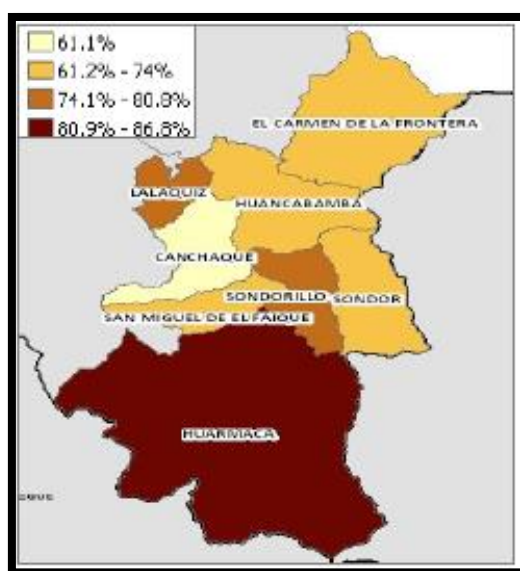
**Fauna:** Dentro de la fauna se tiene una gran cantidad de especies, entre los más resaltantes en la costa son: venado gris, el zorro costero, la pava aliblanca y el oso hormiguero; y otros como: aguilucho común, garza blanca, golondrina migratoria, pelicano, pepitero amarillo,

#### 4.6.1.3. Entorno Socio económico

**Pobreza:** La pobreza se define como un estado de carencias sociales y materiales, muchas veces son relacionadas por la escasa infraestructura vial e infraestructura educativa. Gran parte de la pobreza existente en zonas rurales origina atraso económico a nivel macro (distritos, departamento y país).

En el gráfico N° 4.5 muestra la resaltante incidencia de pobreza que tiene el distrito de Huarmaca respecto a los otros distritos de Huancabamba.

**GRÁFICO N° 4.5:** Incidencia de pobreza.



**Fuente:** Dirección General de Política de Inversiones.

**Actividad comercial:** El comercio en el distrito de Huarmaca es representado por los sectores de agricultura y ganadería, se observa en la tabla 2.4 a comparación del rendimiento de kg por ha a nivel nacional, el distrito de Huarmaca tiene considerables cultivos e ingresos para la nación. En el trabajo de campo se comprobó que existe pobreza en el caserio palo blanco respecto al sector agropecuario, a causa de no poder comercializar sus productos por los fenómenos naturales.

**TABLA N° 2.4:** Principales productos de Huarmaca.

CULTIVOS	RENDIMIENTO KG/HA		
	HUARMACA	PIURA	NACIONAL
Arroz	3,580	9,100	7,339
Alverja Grano Seco	1,000	765	1,004
Café	307	380	734
Caña de azúcar	101,211	-	128,687
Cebada Grano	950	401	702
Frijol Grano seco	1,045	888	1,160
Maíz Amarillo Duro	3,530	3,931	4,285
Maíz Amiláceo	970	1,965	2,142
Olluco	2,240	2,397	5,933
Papa	11,245	10,410	13,247
Trigo	1,025	927	1,427
Yuca	2,955	7,226	11,707

Fuente: Dirección Regional de Agricultura – Piura 2009 – 2010

Fuente: Ministerio de Agricultura – Base estadísticas 2009 – 2010

#### **4.6.2. Identificación de impactos**

##### **4.6.2.1. Selección de componentes interactuantes**

##### **4.6.2.1.1. Actividades del proyecto con potencial de causar impactos ambientales**

A continuación se muestran las principales actividades del proyecto con potencial de causar impactos significativos en el área de influencia de la construcción del puente.



Cuadro N° 3.12: Actividades del proyecto.

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
<b>Etapas Preliminar</b>	
	DESBROCE Y LIMPIEZA
	LIMPIEZA DE CAUCE
<b>Etapas de Construcción</b>	
ESTRUCTURAS Y SUPER-ESTRUCTURAS	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CON MAQUINARIA EN SECO
	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA CON MAQUINARIA
	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA
	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA BAJO AGUA
	CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO
	TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
	TRANSPORTE A OBRA DE VIGAS DE ACERO ESTRUCTURAL
	MONTAJE Y LANZAMIENTO DE VIGAS DE ACERO ESTRUCTURAL
LOSA DE CONCRETO, DE APROXIMACIÓN, VEREDAS Y SUPERFICIE DE RODADURA	CONSTRUCCION CON CONCRETO
	RIEGO DE LIGA
	CARPETA ASFALTICA
VARIOS-	CORTE DE MATERIAL SUELTO DE ACCESOS
	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE DE ACCESOS
	TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO
	AFIRMADO
	TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE
	ENROCADO
<b>Etapas de Abandono</b>	
	RETIRO DE LAS INSTALACIONES DE APOYO
	RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS DE USO TEMPORAL (DME, ÁREAS DE PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO)
<b>Etapas de Funcionamiento</b>	
	FUNCIONAMIENTO DEL PUENTE DISEÑO ESTRUCTURAL

Elaboración: Propia.

#### 4.6.2.1.2. Componentes ambientales

A continuación se listan los principales componentes ambientales con mayor probabilidad de ser afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto de construcción del puente y Accesos. Estas actividades se presentan en el cuadro siguiente, ordenadas según subsistema Ambiental.

Cuadro N° 3.12: Componentes ambientales con mayor probabilidad de ser afectados.

Sub sistema ambiental		Componentes ambientales
FÍSICO	AGUA	Afectación calidad del agua
	SUELO	Relieve
		Erosión
	AIRE	Ruido
		Partículas
		Gases
	PAISAJE	Alteración del paisaje
		Pérdida de hábitat
BIOLÓGICO	FAUNA	Afectación a la fauna
	FLORA	Afectación a la flora
SOCIO-CULTURAL	SOCIO ECONOMICO	Demanda de Bienes y Servicios
		Colapso de Bienes y servicios
		Incremento Demográfico
		Seguridad
		Empleo
		Ingreso
		Costumbres
	CULTURAL	Restos arqueológicos

Elaboración: Propia.

#### 4.6.2.2. Identificación de los impactos ambientales

Cumplido el proceso de selección de elementos interactuantes, se da inicio a la identificación de los impactos ambientales previsibles del proyecto vial, para cuyo efecto se hace uso de la **Matriz N° 1** (Ver la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales).

**Matriz N° 01:** Matriz de Identificación de los Impactos Ambientales del Proyecto.

ACTIVIDADES DE PROYECTO POR ETAPAS			PRELIMINAR	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE ABANDONO	
			OBRAS PRELIMINARES	ESTRUCTURAS Y SUPER-ESTRUCTURAS	LOSA DE CONCRETO, DE APROXIMACIÓN, VEREDAS Y SUPERFICIE DE RODADURA	VARIOS	RETIRO DE LAS INSTALACIONES DE APOYO	RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS DE USO TEMPORAL (DME, ÁREAS DE PREPARACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO)
COMPONENTES AMBIENTALES								
FÍSICO	AGUA	Afectación calidad del agua						
		Relieve						
	SUELO	Erosión						
		Ruido						
		Partículas						
	AIRE	Gases						
		Alteración del paisaje						
BIOLÓGICO	PAISAJE	Pérdida de hábitat						
		Afectación a la fauna						
	FAUNA	Afectación a la flora						
		FLORA						
SOCIO-CULTURAL	SOCIO ECONOMICO	Demanda de Bienes y Servicios						
		Colapso de Bienes y servicios						
		Incremento Demográfico						
		Seguridad						
		Empleo						
		Ingreso						
	CULTURAL	Costumbres						
		Restos arqueológicos						

	Impacto Negativo
	Impacto Positivo

Elaboración: Propia.

#### 4.6.2.3. Evaluación de impactos ambientales más probables

Una vez identificados los impactos en la fase anterior, se procede a su evaluación respectiva, según el procedimiento señalado en el acápite 4.6.2.2.

Los resultados de este proceso se muestran en la **Matriz N° 02: Matriz de Evaluación de los Impactos Ambientales**.

**Matriz N° 02:** Matriz de evaluación de impactos ambientales previsible – Etapa preliminar

IMPACTOS AMBIENTALES PREVISIBLES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
COMPONENTES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
ETAPA PRELIMINAR								
SUELO	Alteración de las propiedades físicas del Suelo y riesgo de erosión pluvial	Retiro de la capa edafológica de suelo y de la vegetación de las áreas de uso	En todas las áreas de uso temporal	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	Retiro de la capa edafológica de suelo y limpieza de áreas de uso temporal	En las áreas auxiliares	Negativo	Baja	Local	Corta	Baja
FLORA	Alteración de la escasa cobertura vegetal del área ya intervenida en la construcción de la carretera, no hay extracción de árboles	Retiro de las plantas de las áreas de uso temporal	En el área de obras y su entorno próximo	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Baja
FAUNA	Perturbación de la fauna local de manera indirecta	Retiro de escasa cobertura vegetal y limpieza de áreas de uso provisional, alterando el lugar donde viven animales silvestres no representativos	En las áreas de uso temporal y sus alrededores	Negativo	Baja	Local	Corta	Baja
DEMANDA DE BIENES Y SERVICIOS	Generación monetaria para la localidad	Retiro de rocas y limpieza del cauce	En el ámbito de influencia del proyecto	Positivo	Baja	Puntual	Corta	Baja
EMPLEO	Generación de empleo	Retiro de la capa edafológica de suelo y limpieza de áreas de uso provisional	En el ámbito de influencia del proyecto	Positivo	Baja	Puntual	Corta	Moderada

Elaboración: Propia.

## Matriz N° 02: Matriz de evaluación de impactos ambientales previsible – Etapa de construcción

IMPACTOS AMBIENTALES PREVISIBLES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
COMPONENTES	IMPACTOS	ACTIVIDADES	LUGAR DE	TIPO DE	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SIGNIFICANCIA
ETAPA DE CONSTRUCCION								
AGUA	Aumento de sólidos suspendidos en el agua de la quebrada	Cortes de encauzamiento y explotación de la cantera fluvial	En el agua del río	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Moderada
	Contaminación en el uso de los servicios higiénicos, aumento de grasas y sólidos en suspensión en el agua de lavado y insumo en la mezcla de concreto	Uso inadecuado en los servicios higiénicos del campamento	En los servicios higiénicos y el sistema de pozo séptico del campamento	Negativo	Moderada	Puntual	Moderada	Moderada
		Lavado de maquinarias, equipos y vehículos	En el patio de máquinas					
		Insumo en la mezcla de concreto	En el área de preparación de la mezcla de concreto					
SUELO	Alteración y posible contaminación del TOP SOIL del cual se nutren las plantas	Excavación para la cimentación de estribos	En las áreas de estribos	Negativo	Moderada	Puntual	Corta	Baja
		Conformación del terraplén	En los accesos	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
		Preparación de Mezcla de Concreto	En el área de preparación de mezcla de concreto	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Baja
		Uso del depósito de material excedente, generación de residuos sólidos.	En el depósito de material excedente	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, emisión de gases de combustión interna, generación de ruido.	Excavación para cimentación de estribos	En el entorno próximo a los estribos	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Baja
		Construcción de estructuras de concreto	En el entorno próximo al puente	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Baja
		Corte de encauzamiento	En el área de movimientos de tierras del cauce de la quebrada	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
		Conformación del terraplén	En el área de construcción del terraplén	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
		Pintado de la super-estructura	En el entorno próximo al puente	Negativo	Moderada	Local	Corta	Moderada
		Preparación de la mezcla de concreto	En el área próxima al puente y su entorno próximo	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Baja
		Uso del depósito de material excedente	En el área de los depósitos y su entorno próximo	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
		Transporte de materiales	En todas las actividades que lo requieren	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Baja

Elaboración: Propia.

**Matriz N° 02:** Matriz de evaluación de impactos ambientales previsible – Etapa de construcción (continuación)

IMPACTOS AMBIENTALES PREVISIBLES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
COMPONENTES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
ETAPA DE CONSTRUCCION								
PAISAJE	Alteración del paisaje natural	Conformación de terraplén	En el acceso de la margen derecha	Negativo	Baja	Local	Prolongada	Moderada
		Uso del depósito de material excedente (DME)	En la superficie del DME y sus alrededores	Negativo	Baja	Local	Prolongada	Moderada
		pintado de la super-estructura	Alrededores del puente	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
FLORA	Deterioro y eliminación de las plantas	Cortes de encauzamiento	Dentro del cauce de la quebrada	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Baja
		Conformación del terraplén	En los accesos al puente	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
		Uso del depósito de material excedente	En el área del depósito de material excedente	Negativo	Alta	Puntual	Moderada	Moderada
		pintado de la super-estructura	Alrededores del puente	Negativo	Moderada	Local	Moderada	Moderada
		Conformación del terraplén y uso del depósito de material excedente	En las áreas donde sea el hábitat de la fauna local	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Baja
FAUNA	Perturbación de la fauna local de manera indirecta, al momento de afectar las plantas y suelos en donde viven	Retiro de escasa cobertura vegetal y limpieza de áreas de uso provisional, alterando el lugar donde viven animales silvestres no representativos	En las áreas de uso temporal y sus alrededores	Negativo	Baja	Local	Corta	Baja

Elaboración: Propia.

**Matriz N° 02:** Matriz de evaluación de impactos ambientales previsible – Etapa de construcción (continuación)

IMPACTOS AMBIENTALES PREVISIBLES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
COMPONENTES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								
DEMANDA DE BIENES Y SERVICIOS	Dinamización de la economía local	Las actividades de la etapa de construcción	En los caseríos más cercanos	Positivo	Moderado	Zonal	Moderada	Moderada
SEGURIDAD	Riesgo de accidentes durante las actividades de construcción	Excavación para cimentación de estribos	En las excavaciones	Negativo	Moderada	Puntual	Corta	Baja
		Construcción de estructuras de concreto	En el área de preparación de mezcla de concreto	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Baja
		Cortes de encauzamiento	Dentro del cauce de la quebrada	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Baja
		Conformación de terraplén	En los accesos al puente	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Baja
		Montaje y lanzamiento de la super-estructura	Alrededores del puente	Negativo	Baja	Local	Moderada	Moderada
		Explotación de la cantera fluvial	En el área de explotación de la cantera fluvial	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Baja
		Uso del depósito de material excedente	En el área del depósito de material excedente	Negativo	Baja	Puntual	Moderada	Baja
		Preparación de mezcla de concreto	En el área de preparado de concreto	Negativo	Baja	Puntual	Corta	Baja
EMPLEO	Generación de empleo	Todas las actividades en su conjunto	En el área de influencia del proyecto	Positivo	Moderada	Zonal	Moderada	Moderada
INGRESO	Generación monetaria	Todas las actividades en su conjunto	En el área de influencia del proyecto	Positivo	Moderada	Zonal	Moderada	Moderada

Elaboración: Propia.

**Matriz N° 02:** Matriz de evaluación de impactos ambientales previsible – Etapa de abandono

IMPACTOS AMBIENTALES PREVISIBLES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
COMPONENTES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
ETAPA DE ABANDONO								
SUELO	Restauración de las áreas utilizadas temporalmente para el DME, preparación de concreto y cantera.	Reestablecimiento de los primeros centímetros del suelo afectado en las áreas de uso temporal	Área de depósito de material excedente, áreas de preparación de concreto y áreas verdes por donde hayan circulado vehículos	Positivo	Alta	Local	Prolongada	Alta
	Estabilidad del relieve afectado	Establecimiento de terrazas de estabilización en los taludes del depósito de material excedente, estabilización de los taludes de relleno del terraplén, estabilización de las riberas cercanas al puente y nivelación de hondonadas y rumas de materiales dentro del cauce en el área de la cantera fluvial utilizada	Área de depósito de material excedente, áreas de taludes de relleno del terraplén, riberas en ambas márgenes de la quebrada cercanas al puente y cantera fluvial	Positivo	Alta	Local	Prolongada	Alta
PAISAJE	Mejora del paisaje general	Revegetación, eliminación de residuos sólidos y desmantelamiento de estructuras temporales	En el área de influencia del proyecto	Positivo	Alta	Local	Prolongada	Alta
FLORA	Repoblamiento de la flora afectada	Revegetación de las áreas alteradas (ADME, taludes de relleno, áreas de preparación de concreto, campamento y patio de máquinas)	Área de depósito de material excedente, áreas de taludes de relleno, áreas de preparación de concreto, campamento y patio de máquinas	Positivo	Alta	Local	Prolongada	Alta
FAUNA	Mejora del hábitat de la fauna con plantas	Siembra de plantas en áreas de suelos sin vegetación	Área de depósito de material excedente, áreas de taludes de relleno, áreas de preparación de concreto, campamento y patio de máquinas	Positivo	Alta	Local	Prolongada	Alta

Elaboración: Propia.



**Matriz N° 02:** Matriz de evaluación de impactos ambientales previsible – Etapa de abandono  
(continuación)

IMPACTOS AMBIENTALES PREVISIBLES				CRITERIOS DE EVALUACIÓN				
COMPONENTES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	LUGAR DE OCURRENCIA	TIPO DE IMPACTO	MAGNITUD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
ETAPA DE ABANDONO								
SEGURIDAD	Aumento de la seguridad peatonal	Sellados de todos las excavaciones, retiro de todos los escombros de construcción, eliminación apropiada de los residuos peligrosos y colocación de la señalización ambiental, indicando los lugares de eliminación de los residuos peligrosos.	En todas las áreas donde se hayan realizado excavaciones y se hayan generado residuos peligrosos	Positivo	Alta	Local	Prolongada	Alta
EMPLEO	Generación de empleo	Todas las actividades en su conjunto	En el área de influencia del proyecto	Positivo	Moderada	Zonal	Moderada	Moderada

Elaboración: Propia.

#### 4.6.3. Descripción de los impactos ambientales previsibles

Realizadas las fases de identificación y evaluación de los principales impactos ambientales a continuación se presenta la descripción de cada uno de ellos, con alta probabilidad de ocurrencia, durante cada etapa del proyecto.

##### 4.6.3.1. Etapa preliminar

###### 4.6.3.1.1. Impactos positivos

**Generación de empleo:** Para el desbroce y limpieza de la zona de influencia del proyecto, retiro de los primeros centímetros de capa orgánica de suelo, para la limpieza del cauce del río; se requerirá contratar a personal calificado y no calificado, ya sea para la limpieza con maquinaria pesada o limpieza manual.

###### 4.6.3.1.2. Impactos Negativos

**Alteración de la calidad del aire por emisión de polvos:** Durante manejo de la maquinaria pesada se generarán polvos, esto afectará de manera negativa la calidad del aire, en una magnitud baja y solo en el área de construcción del puente.

**Alteración de las propiedades del suelo:** Este impacto está referido al retiro de los primeros centímetros del horizonte orgánico de las áreas de uso temporal. Esta pérdida será repuesta durante la etapa de abandono.

**Alteración de la cobertura vegetal:** El retiro del horizonte orgánico de todas las áreas auxiliares afectará la flora microbiana, arbustiva de manera moderadamente significativa, porque tiene moderada magnitud, no se afectan especies forestales.

Perturbación de la fauna local: Durante la visita se comprobó que el área de influencia directa del proyecto presentaba un paisaje principalmente de bosque secundario. No se observó la presencia de fauna local dentro.

#### **4.6.3.2. Etapa de construcción**

##### **4.6.3.2.1. Impactos positivos**

**Generación de empleo:** Este impacto se refiere a generar puestos de trabajo, la cual generará el presente proyecto, la mano de obra estará conformada desde la categoría inferior y no especializada hasta la categoría especializada. Considerando que se dará preferencia a la mano de obra local, este impacto se producirá en la población de los lugares habitados más cercanos al puente.

**Dinamización del comercio local:** Durante el proceso de construcción del puente Palo Blanco el incremento de la demanda de bienes y servicios, según las necesidades de este proyecto, aumentará la dinámica comercial en el área local; siendo de mayor impacto en los caseríos más cercanos al proyecto.

##### **4.6.3.2.2. Impactos Negativos**

**Riesgo de alteración de la calidad del agua:** Se ha considerado para el enrocado la utilización del material del río. Durante la utilización de dicho material el agua se verá afectado al aumentar los sólidos totales en suspensión debido a posibles derrames de combustibles y aceites de las maquinarias y vehículos.

**Alteración de la calidad del aire:** La excavación para la cimentación de los estribos provocará la emisión de polvos, lo cual alterará la calidad del aire de manera negativa, en una intensidad baja, en áreas pequeñas y por un tiempo corto, por lo tanto su significancia es baja. La construcción de las estructuras de concreto tendrá un efecto muy similar sobre la calidad de aire pero la duración será de algunas semanas, su significancia también es baja.

El pintado de la súper estructura, los cortes de encauzamiento y la conformación del terraplén afectará la calidad del aire en una intensidad moderada (porque se generará mayor cantidad de partículas de polvo), en el área de influencia directa del proyecto y por una duración de algunos meses.

La preparación de la mezcla de concreto cerca de ambos estribos generará un impacto de baja significancia sobre la calidad del aire en el entorno del proyecto.

De manera similar el uso del depósito de material excedente tendrá un efecto de baja intensidad sobre la calidad del aire, de extensión local (más de 100 m<sup>2</sup>) y de duración corta (los polvos se dispersan rápidamente), y principalmente durante el vaciado del material excedente al área de depósito.

El transporte de materiales puede afectar los componentes de aire y suelo si no se toman las medidas preventivas necesarias.

**Riesgo de afectación de la calidad del suelo:** La conformación del terraplén y el uso del depósito de material excedente son las actividades que presentan impactos negativos de significancia moderada sobre la calidad del suelo, debido a los mayores movimientos de tierras que implican dichas actividades

La excavación, construcción de estribos y la preparación de mezcla de concreto provocan un impacto de significancia baja sobre la calidad del suelo, debido a que dichas actividades abarcan una menor área, por un periodo más corto y de menor magnitud.

**Alteración de la calidad del paisaje local:** Este impacto está asociado al pintado de la super estructura, al uso de los depósitos de material excedente y la conformación del terraplén; siendo de particular importancia los impactos en el paisaje que se generen durante la disposición de materiales excedentes en los depósitos asignados para este efecto.

**Afectación de la cobertura vegetal:** El pintado de la super estructura, la conformación del terraplén y el uso del depósito de material excedente afectan la cobertura vegetal en una significancia moderada. Todas estas actividades afectarán la vegetación en una magnitud moderada porque no permiten su desarrollo al alterar el suelo sobre el cual crecen las plantas o son tapadas por tierras en movimiento.

**Perturbación de la fauna local:** El área de influencia del presente proyecto son principalmente bosques secundarios alterados por las actividades humanas. Se asume que si se afecta la fauna local esta será afectada de manera indirecta al momento de alterar el bosque secundario y principalmente en las noches.

**Riesgo de accidentes durante las actividades de construcción:** Las actividades constructivas presentan una baja significancia en cuanto al impacto sobre la seguridad de los trabajadores. Se ha llegado a esta conclusión debido a que las actividades se realizarán por un periodo de meses, en extensiones de decenas de metros cuadrados y en bajas magnitudes (debido a que las actividades de la construcción de un puente no son actividades que impliquen riesgos moderados o altos).

#### **4.6.3.3. Etapa de abandono**

**Restauración del suelo:** En el área de depósito de material excedente, áreas de taludes de relleno, áreas de preparación de concreto, entre otros, se procederá al retiro de todos los restos como material de desmonte, suelos, contaminados y se restituirá la capa de TOP SOIL para proceder a la revegetación; para las áreas donde se han producido derrames de combustible

debe desquitarse el suelo contaminado y depositado en recipientes para poder al final ser confinados donde se designe.

**Estabilidad del relieve afectado:** Estableciendo terrazas en el área de depósito de material excedente, estabilizando los taludes de relleno y tapando las hondadas.

**Mejora del paisaje:** Las actividades de revegetación de las áreas afectadas, eliminación de residuos sólidos y desmantelamiento de las estructuras temporales; mejorará el paisaje del área de influencia directa del proyecto en una lata significancia, en al ámbito local por un plazo prolongado.

**Re poblamiento de flora afectada:** El repoblamiento de la flora afectada de las áreas alteradas de uso temporal (ADME, taludes de relleno, áreas de preparación de concreto, etc), se realizará a través de la siembra de gramíneas nativas de rápido crecimiento, causará un impacto positivo de alta magnitud.

**Mejora del hábitat de la fauna con plantas:** En todas las áreas donde se restituya el suelo afectado y sobre este se siembren plantas, se mejorará el hábitat de la fauna local de manera altamente significativa (un impacto ambiental de alta magnitud, local y prolongado).

**Aumento de la seguridad pública:** Una vez que se hayan tapado todas las excavaciones, retirado todos los escombros de construcción, colocado la señalización ambiental y eliminando los productos contaminantes; se contribuirá a la seguridad en una magnitud alta, en toda el área de influencia directa y por tiempo de varios años.

**Empleo durante la fase de abandono:** La fase de abandono implicará el empleo de decenas de personas, por un periodo de semanas y en una extensión de decenas de metros cuadrados. Por lo tanto el impacto ambiental de las actividades de abandono sobre el empleo es positivo y de baja significancia.

#### **4.6.4. Plan de manejo socio ambiental (PMSA)**

Instrumento de gestión ambiental cuya función es restablecer las medidas de prevención, control, minimización, corrección y recuperación de los potenciales impactos ambientales que los proyectos pudieran originar en el desarrollo del mismo [15].

##### **4.6.4.1. Programa de prevención y/o mitigación**

Las medidas del programa de prevención y/o mitigación se plantean a partir de los resultados de identificación y evaluación de impactos ambientales. Este programa está orientado a prevenir y/o mitigar los impactos ambientales causados por las actividades del proyecto de construcción del puente.

**Matriz N° 03:** Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales –  
Etapa preliminar.

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO SOCIOAMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
ETAPA PRELIMINAR					
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvos, gases por combustión y ruidos.	Construcción del Campamento y Patio de Máquinas	Humedecer ligeramente la superficie del suelo de estas áreas para disminuir la emisión de polvos y reducir las emisiones de las maquinarias y vehículos mediante su adecuado mantenimiento	En el área asignada para el Patio de Máquinas y su entorno próximo.	El Contratista
		Retiro de la capa orgánica de suelo de las áreas auxiliares	Humedecer ligeramente la superficie del suelo de estas áreas para disminuir la emisión de polvos y reducir las emisiones de las maquinarias y vehículos mediante su adecuado mantenimiento	En el área de las instalaciones auxiliares y su entorno próximo.	El Contratista
SUELO	Alteración de la calidad del suelo	Construcción del Campamento y Patio de Máquinas	Construir una losa de 3m x3m de concreto sobre la cual se realizara la manipulación de combustible y lubricantes	En el área de Patio de Máquinas.	El Contratista
			Control periódico de la maquinaria que opere en estas áreas para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite durante los trabajos. De producirse derrame de hidrocarburos, éstos deberán ser retirados por el operario de la maquinaria.		
			Evitar invadir áreas de suelo con plantas con maquinarias y vehículos pesados con lo cual se produciría su compactación		
	Pérdida temporal del suelo	Retiro de la capa orgánica de suelo y limpieza de áreas de uso temporal	Retirar con cuidado los primeros centímetros de horizonte de suelo de las áreas de uso temporal y cubrirlo con plástico para evitar su pérdida hasta su reutilización en la Etapa de Abandono.	En las áreas de uso temporal	El Contratista

Elaboración: Propia.

**Matriz N° 03:** Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales –  
Etapa preliminar (continuación)

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO SOCIOAMBIENTAL		
ELEMENTOS	IMPACTOS	ACTIVIDADES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE	RESPONSABLE
ETAPA PRELIMINAR					
FLORA	Alteración de la cobertura vegetal	Construcción del Campamento y Patio de Máquinas	Evitar movimientos excesivos de tierra y cortes de vegetación más allá del área indicada en el proyecto.	En el área de Campamento y Patio de Máquinas	El Contratista
		Retiro de la capa orgánica de suelo y limpieza de áreas de uso provisional	Evitar movimientos excesivos de tierra y cortes de vegetación más allá de las áreas de uso temporal, transitar solo por los caminos definidos y restaurar el suelo en estas áreas en la Etapa de Abandono.	En las áreas de uso temporal.	El Contratista
FAUNA	Perturbación de la fauna local	Retiro del horizonte orgánica de suelo y limpieza de áreas de uso temporal	El retiro del suelo deberá ceñirse exclusivamente a lo indicado en el plano de áreas de uso temporal. Al final de la etapa de construcción, restaurar el suelo y la vegetación.	En el área de obras y su entorno próximo.	El Contratista
EMPLEO	Generación de empleo	Construcción del Campamento y Patio de Máquinas	Promover la contratación y capacitación de personal dentro del área de influencia indirecta del proyecto.	caseríos más cercanos	El Contratista
		Retiro de la capa orgánica de suelo y limpieza de áreas de uso provisional	Promover la contratación y capacitación de personal dentro del área de influencia indirecta del proyecto.	caseríos más cercanos	El Contratista

Elaboración: Propia.

**Matriz N° 03:** Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales –**Etapas de construcción.**

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
COMPONENTE SDEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>					
AGUA	Aumento del contenido de hidrocarburos disueltos	Lavado de maquinarias, equipos y vehículos	Optimizar el uso del agua durante los lavados de la maquinaria y los vehículos de la obra.	En el Patio de Máquinas	El Contratista
			Conectar una trampa de grasas de las aguas residuales en el área de lavado y cambio de aceites.		
			Darle un tratamiento a las aguas residuales.		
	Reducción en la cantidad de agua natural para otros fines	Uso de agua durante la mezcla de concreto	Optimizar el uso del agua para la mezcla de concreto	Áreas de mezcla de concreto	El Contratista
		Excavación para la construcción de los estribos	Humedecer el material seco excavado y dar mantenimiento y colocar filtros a las maquinarias utilizadas.	En el área de los estribos del puente	El Contratista
		Construcción de estribos y losa	Humedecer los materiales que emitan polvos y taparlos con mallas húmedas y anclarlos de tal manera que no se los lleve el viento.	En el área de los estribos del puente y losa	El Contratista
		Transporte de materiales	Utilización de redes para cubrir la tolva	En el área de trabajo	El Contratista
		Corte de Encauzamiento	Durante los movimientos de tierra humedecer ligeramente el material de partículas, especialmente si no se trabaja en época de lluvias.	En las áreas de movimiento de tierras	El Contratista
		Conformación de terraplén	Durante los movimientos de tierra humedecer ligeramente el material de partículas, especialmente si no se trabaja en época de lluvias.	En el área de conformación del terraplén	El Contratista
		Preparación de la mezcla de concreto	Realizar la preparación de concreto en las áreas asignadas para dicha actividad. Humedecer y tapar los materiales que emitan polvo.	En el área de preparación de concreto	El Contratista
		Uso de depósito de material excedente	Humedecer muy ligeramente los lugares que se encuentren secos del área de depósito de material excedente.	En el área de depósito de material excedente	El Contratista
		Excavación para cimentación y construcción de estribos	Control periódico de la maquinaria que opere en estas áreas para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite durante los trabajos. De producirse, los hidrocarburos deberán ser retirados en forma inmediata y los suelos afectados deberán ser cambiados por suelo limpio.	En el área de los estribos y su entorno próximo	El Contratista
			Construir una losa de 5m x 5m de concreto sobre la cual se realizarán las actividades de mezclado.		
			Al término del proceso constructivo del puente, remover el suelo de las áreas donde éste haya sido compactado. Por otro lado, las áreas afectadas se restablecerán con las capas de suelo preservadas.		

Elaboración: Propia.

**Matriz N° 03:** Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales –  
Etapa de construcción (continuación)

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
COMPONENTE	IMPACTOS	ACTIVIDADES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE	RESPONSABLE
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					
AIRE	Alteración de la calidad del aire	Arenado y pintado de la super-estructura	Instalar mallas de poro fino alrededor de la estructura metálica del puente con el fin de retener el polvo generado.	Alrededor de la estructura del puente	El contratista
SUELO	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Conformación del terraplén	Estabilizar las riberas del río.	En el área del terraplén	El Contratista
		Circulación de la maquinaria de construcción y transporte		En los lugares que ocurran derrames de combustible o aceite	El Contratista
		Preparación de mezcla de concreto		En las áreas de preparación de concreto	El Contratista
		Uso de los depósitos de material excedente		En el depósito de material excedente y su entorno próximo	El Contratista
		Cortes de encauzamiento		En t la parte de los cimientos del puente	El Contratista
RELIEVE	Alteración del relieve	Conformación del terraplén	Evitar generar pendientes empinadas durante la conformación del terraplén.	En el área de conformación del terraplén	El Contratista
		Explotación de la cantera fluvial	No alterar el curso natural de las aguas del río	En el área de la cantera	El Contratista
		Uso del Depósito de material excedente	Esparcir el material en rumas y compactarlo	En el área de depósito de material excedente	El Contratista

Elaboración: Propia.



**Matriz N° 03:** Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales –  
Etapa de construcción (continuación)

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO SOCIOAMBIENTAL		
COMPONENTES DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					
PAISAJE	Alteración del paisaje natural	Conformación de terraplén	En la etapa de abandono restaurar la capa edafológica de suelo y revegetar las áreas del talud de relleno.	En los taludes de relleno del terraplén	El Contratista
		Uso del depósito de material excedente	Distribuir y compactar el material excedente,	En el depósito de material excedente	El Contratista
			No dejar rumas de materiales sin ordenar,		
			En la etapa de abandono de obra, revegetar toda el área afectada.		
FLORA	Deterioro y eliminación de las plantas	Cortes de encauzamiento	Los vehículos de transporte y maquinarias deben circular solamente por los caminos asignados.	En el área de influencia directa	El Contratista
		Conformación del terraplén	El lavado y cambio de aceites de los vehículos se debe hacer dentro del área del Patio de Máquinas.		
		Uso del depósito de material excedente	Evitar cortar la vegetación más allá del área indicada en el proyecto.	En el área de influencia directa	El Contratista
			Almacenar el suelo y la vegetación adherida a este para reubicarla en la Etapa de Abandono.	En el área asignada como depósito de material excedente	El Contratista
FAUNA	Perturbación de la fauna local	Todas las actividades constructivas	Evitar alterar el hábitat de la fauna (reducir la generación de ruidos nocivos, no contaminar las aguas naturales, no afectar la vegetación y el suelo).	En el área de influencia del puente	El Contratista
			Prohibir la caza o comercio de animales por parte de los trabajadores de la obra vial proyectada.		
EMPLEO	Generación de empleo	Todas las actividades constructivas	Promover la contratación y capacitación de personal dentro del área de influencia indirecta del proyecto	caseríos cercanos	-----
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgo de accidentes y afecciones respiratorias en el personal de obra	Excavaciones para cimientos y construcción de estribos	Educar al personal en cuánto a los dispositivos de seguridad y equipos de protección.	En los frentes de trabajo del área de influencia directa	El Contratista
		Corte de Material Suelto y Conformación del terraplén	No generar pendientes empinadas. Perfilar y hacer cortes en banquetas a las pendientes empinadas, por debajo de los 3 metros de altura.		
		Uso de los depósitos de material excedente y canteras	Proporcionar el correspondiente equipo de protección (mascarillas, guantes y botas, principalmente).		
		Circulación de la maquinaria y transporte de materiales	Capacitar a todo el personal de obra sobre prevención de accidentes e interpretación de las señales preventivas.		
		Explotación de la cantera fluvial	Colocar la señalización preventiva en los frentes de trabajo		
		Preparación de concreto			

Elaboración: Propia.

**Matriz N° 03:** Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales – Etapa de abandono.

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO SOCIOAMBIENTAL		
COMPONENTES AMBIENTALES	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
<b>ETAPA DE ABANDONO</b>					
SUELO	Se reestablecen las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo afectado	Reestablecimiento de los primeros centímetros de la capa edafológica de suelo afectado	Colocar el horizonte de suelo sobre las áreas afectadas en la misma orientación en que fue retirado y humedecer si no. Encima del suelo restituído sembrar plantas antes del periodo de lluvias.	En las áreas de instalaciones auxiliares y otras áreas donde se haya afectado el	El Contratista
RELIEVE	Estabilidad del relieve afectado	Establecimiento de técnicas de estabilización de taludes de relleno en los depósitos de material excedente y terraplén	Una vez que se haya depositado los últimos materiales excedentes de obra aplicar técnicas de estabilización de taludes, en el talud de relleno del DME, tomando en cuenta las recomendaciones técnicas en el Manual de Carreteras.	Área de depósito de material excedente, áreas de taludes de relleno del terraplén	El Contratista
PAISAJE	Mejora del paisaje general	Revegetación, eliminación de rumbas de materiales excedentes y desmantelamiento de estructuras temporales	Trasladar, depositar y compactar los materiales excedentes de obra. Colocar vegetación y regarla hasta la época de lluvias, en todas las áreas auxiliares afectadas. Desmantelar y llevar fuera del área de influencia directa todas las estructuras reutilizables.	En todas las áreas auxiliares y desprovistas de plantas de cobertura del suelo	El Contratista
FLORA	Repoblamiento de la flora afectada	Revegetación de las áreas alteradas (ADME, taludes de relleno, áreas de preparación de concreto)	Restaurar el horizonte de suelo orgánico, sembrar las plantas sobre este suelo y regar si no hubiera lluvias.	En el área de influencia directa del proyecto	El Contratista
FAUNA	Mejora del hábitat de la fauna con plantas	Siembra de plantas en las áreas de suelos sin vegetación	Restaurar el suelo edafológico afectado y sembrar la vegetación en los suelos en las áreas auxiliares de donde ha sido retirada.	En el área de influencia directa del proyecto	El Contratista
SALUD	Prevención de enfermedades asociadas a los residuos orgánicos	Eliminación de residuos y limpieza y sellado de letrinas	Eliminar los residuos sólidos en un relleno sanitario si son orgánicos o en el DME si son inorgánicos. Sellar las letrinas de pozo excavado.	En el DME, relleno sanitario, letrinas y toda el área de influencia directa	El Contratista
SEGURIDAD	Aumento de la seguridad peatonal	Sello de todos las excavaciones, retiro de todos los escombros de construcción, eliminación de todos los productos contaminantes	Limpieza de toda el área de influencia directa, retiro en envases adecuados de todos los residuos contaminantes a un relleno sanitario y tapar cualquier excavación que no haya sido rellenada.	En el área de influencia directa del proyecto	El Contratista

Elaboración: Propia.

#### **4.6.4.2. Programa de supervisión y vigilancia**

##### **4.6.4.2.1. Durante la etapa de construcción**

Durante la etapa de construcción se deberá cumplir:

Señalar los impactos detectados en el informe de evaluación socio ambiental y comprobar que las medidas preventivas o correctivas propuestas se han realizados y son eficaces.

Añadir información útil, para mejorar el conocimiento de las repercusiones ambientales de los proyectos de construcción de puentes, detectar los impactos no previstos y proponer las medidas correctoras adecuadas.

##### **4.6.4.2.2. Operación de vigilancia ambiental**

En este sentido, las acciones que requerirán un control preciso son las siguientes:

**Vigilar que no se viertan o caigan por accidente residuos hacia el río. Si ocurriese dicha situación. Se deberá detener inmediatamente la fuente de contaminación y tomar las medidas necesarias para que no se repita un incidente similar.**

Las áreas de preparado de concreto en ambas márgenes cercanas al río se deben vigilar que no caigan residuos de materiales de preparado de concreto. De producirse dicho evento, se deberá limpiar inmediatamente.

Para la ejecución del programa de vigilancia ambiental (PVA) será necesaria la contratación de un especialista ambiental, el cual permanecerá durante el tiempo que dure la ejecución de la obra.

##### **4.6.4.2.3. Durante la etapa de abandono**

Vigilar que se realicen las siguientes acciones:

Restablecimiento de los primeros centímetros de la capa orgánica de suelo afectado en las áreas de donde fue retirado.

Estabilización del talud de relleno del terraplén.

Reposición del suelo edafológico y revegetación de las áreas alteradas.

Eliminación de residuos, limpieza, demolición y clausura de las instalaciones sanitarias.

Relleno de las excavaciones sin rellenar, retiro de todos los escombros de construcción y eliminación de todos los productos contaminantes.

Acondicionamiento del material excedente en el depósito de material excedente de obra.

##### **4.6.4.2.4. Sub programa de monitoreo ambiental**

###### **4.6.4.2.4.1. Calidad de agua para consumo humano**

El agua ha sido previamente analizada en la etapa inicial del proyecto, siendo apto para el consumo; no obstante se plantea monitorear su calidad con un control mensual tanto físico como

químico, como también bacteriológico para determinar la presencia de coliformes y garantizar su calidad antes del consumo humano

INDICADORES	PUNTOS DE CONTROL	FRECUENCIA	OPERADOR
Análisis Físicoquímico	Punto de captación en la quebrada.	mensual	Contratista
Análisis Bacteriológico	Punto de captación en la quebrada.	mensual	Contratista

#### 4.6.4.2.4.2. Calidad del aire

**Para la emisión de material particulado:** Se tiene previsto el riego de agua con el fin de mantener las áreas de influencia con el correcto grado de humedad, para evitar el polvo en suspensión. Estos riegos se realizarán a través de un camión cisterna, con constancia o interdiaria, con el abastecimiento del río.

**Para la emisión de gases en fuentes móviles:** Todos los equipos y vehículos utilizados en obra deben de ser sometidos a una verificación (el año de fabricación, años de uso, tipo de motor, etc), mantenimiento y sincronización preventiva cada tres (03) meses, para reducir las emisiones de gases.

El vehículo que no garantice emisiones dentro de los límites permisibles deberá ser separado en sus funciones, revisado, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente al servicio del transportador en cuyo caso deberá certificar nuevamente que sus emisiones se encuentran dentro de los límites permisibles.

**Para la emisión de gases en fuentes móviles:** A los vehículos se les prohibirá el uso de serenitas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias, para evitar el incremento de los niveles de ruido. Las sirenas solo serán utilizadas en casos de emergencia

#### 4.6.4.3. Programa de abandono de obra

Este programa contiene las acciones a llevarse a cabo luego de finalizadas todas los trabajos de construcción del puente.

##### 4.6.4.3.1. Restauración del área del campamento y patio de maquinas

Culminada la etapa de construcción del puente, se procederá a retirar todos los equipos, maquinarias, materiales utilizados y a dismantelar casetas. Posteriormente se hará una limpieza del área, llevando los residuos de cemento y otros residuos inorgánicos, al depósito de material excedente.

##### 4.6.4.3.2. Restauración del área destinada para la preparación de concreto

Culminada la necesidad de producir concreto, se retirarán los equipos, maquinarias, vehículos y materiales de las dos áreas a ambos lados de los estribos.

Luego se limpiará toda el área ocupada de residuos de concreto o derrames de hidrocarburos.

Finalmente se restituirá el suelo retirado de las dos áreas destinadas para la producción de concreto y se sembrarán las plantas locales adaptadas al clima y suelo.

#### **4.6.4.3.3. Condicionamiento del material excedente en el depósito de material excedente**

Al culminar el uso del DME se procederá a esparcir las rumas de materiales excedentes. Luego se compactará toda el área del depósito. Seguidamente se perfilará la superficie y talud de relleno con una pendiente suave, de modo que permita la estabilidad y acabado final acorde con la morfología del entorno circundante, ya que el DME no tendrá una altura superior a los 2.5 metros.

#### **4.6.4.4. Programa de contingencias**

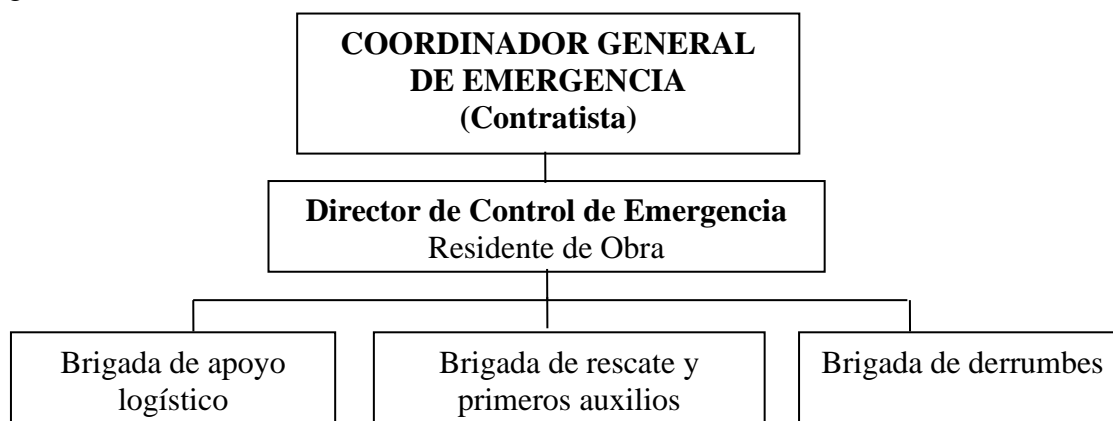
Este programa tiene como propósito establecer las acciones necesarias a fin de prevenir y controlar los derrumbes en áreas de taludes (de relleno y de corte), los posibles desbordes y accidentes laborales que pudieran ocurrir en el área de influencia directa del proyecto.

Para el caso de los accidentes laborales se deberá contar con las siguientes medidas:

Se deberá comunicar previamente al centro de salud más cercano y mejor implementado el inicio de las obras de construcción del puente para que estos estén preparados frente a cualquier accidente que pueda ocurrir.

El responsable de llevar a cabo el plan de contingencias, es el contratista. Deberá instalar un sistema de alerta y mensajes.

Organigrama de Funcionamiento:



#### 4.6.4.4.1. Unidad de contingencia

Deberá contar con lo siguiente:

Personal capacitado en primeros auxilios

Unidad móvil de desplazamiento rápido

Equipo de telecomunicaciones

Equipos de auxilios paramédicos |

Equipos contra incendios

Unidades para movimiento de tierras.

#### 4.6.4.4.2. Ejecución de plan de contingencias

Unidad de contingencias deberá instalarse desde el inicio de las actividades de construcción del puente, cumpliendo lo siguiente

**Capacitación del personal:** Todo personal que trabaje en la obra, deberá ser y estar capacitado para afrontar cualquier riesgo identificado. En cada grupo de trabajo se designará un encargado del plan de contingencias, quién estará a cargo de las labores iniciales de rescate o auxilio e informará a la central del tipo y magnitud del accidente.

**Unidades móviles de desplazamiento rápido:** El ejecutor deberá designar entre sus unidades un vehículo que integrarán el equipo de contingencias, el mismo que además de cumplir normal con sus actividades, también estará en condiciones de acudir rápidamente al llamado auxilio del personal y/o equipos de trabajo. En caso de que la unidad móvil sufriera algún desperfecto, deberá ser reemplazada por otro vehículo en buen estado.

El sistema de comunicación de auxilios debe ser un sistema de alerta en tiempo real; es decir, los grupos de trabajo deben contar con unidades móviles de comunicación, que estarán comunicadas con la unidad central de contingencias.

**Equipos de auxilios paramédicos:** Los equipos tendrán que ser manipulados por personal capacitado para brindar primeros auxilios.

**Equipos contra incendios:** Los equipos móviles estarán compuestos por extintores de polvo químico. También el campamento y patio de máquinas deberán contar con extintores.

## 4.7. DISEÑO ESTRUCTURAL

### 4.7.1 Características técnicas del proyecto a implementar

**Características geométricas:** Las características geométricas se presentan en los planos topográficos, en los cuales se puede apreciar los diversos cálculos desarrollados para el proyecto.

**Sección transversal:** La sección transversal del puente actual corresponde a una ancho entre vigas de 3.30m. Adicionalmente se tienen dos veredas de un ancho de 0.80 m. cada una que incluyen el parapeto metálico de 0.2 m. de espesor.

**Longitud:** El puente palo blanco tiene un total 280 m de accesos los cuales se subdividen en 140 m desarrollados a la margen derecha y los 140 metros restantes a la margen izquierda. En los planos topográficos se detalla todos los aspectos de distancia.

Todo lo expuesto se presenta en los planos topográficos

**Tipo de estructura:** El puente es una estructura que presenta una sección compuesta y 42.00 m de luz entre ejes de apoyo a lo largo del eje del puente.

Esta superestructura es integral con los estribos constituidas por una losa de concreto armado, que se encuentra apoyadas una sobre la viga metálica, mediante aparatos de apoyo tales como el neopreno, y que se encuentran cimentadas sobre zapatas de concreto ciclópeo.

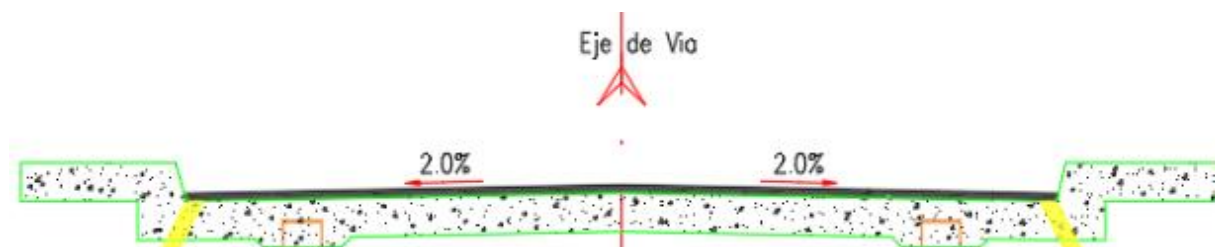
**Derecho de Vía:** Existe una ley que establece el derecho de vía, determinando lo siguiente:

Señalar formalmente como parte integrante de un Camino Local, los servicios auxiliares, obras, construcciones y demás dependencias y accesorios de los mismos y los terrenos que sean necesarios para el Derecho de Vía y para el establecimiento de servicios.

**Necesidad de desvíos y o canalización de cauces (provisionales o definitivos):** Existe una ruta actual alterna al proyecto planteado, por lo que no es necesario desvíos provisionales ni definitivos.

### 4.7.2 Losa de concreto

DISEÑO ESTRUCTURAL LRFD S/C: HL-93



#### 4.7.2.1 Especificaciones generales

Separación entre vigas	: 3.3 m
Longitud de Losa en Voladizo	: 1.45 m

Resistencia concreto $f'_c$	: 280 kg/cm
Fluencia del acero losa $f_y$	: 4200 kg/cm
Sobrecarga móvil S/C	: HL-93
Sobrecarga peatonal vereda	: 0.4 ton/m <sup>2</sup>
Peso baranda metálica	: 0.15 ton/m <sup>2</sup>
Pesos específico del concreto	: 2.4 ton/m <sup>3</sup>
Espesor del asfalto	: 0.05 m
Peso específico del asfalto	: 2.2 ton/m <sup>3</sup>

### ESTADOS DE RESISTENCIA

Estado límite de resistencia I	: $M_u = n [1.25 * MDC + 1.5 * MDW + 1.75 (LL + IM)]$
Estado límite de servicio I	: $M_u = n [1 * MDC + 1 * MDW + 1 * (LL + IM)]$

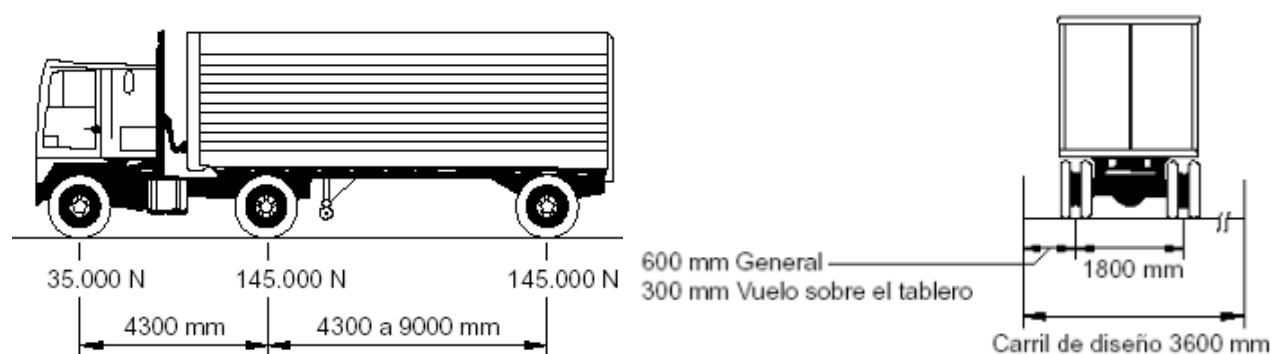
### FACTORES DE RESISTENCIA

$\phi$	: 0.9 resistencia a flexión
--------	-----------------------------

### RECUBRIMIENTOS

En losas superiores	: 3 cm
---------------------	--------

### CARACTERÍSTICAS DE CARGA DEL CAMION DE DISEÑO



#### 4.7.2.2 Pre-dimensionamiento del espesor de losa mínimo

$t_{min}$	: 0.175 m
Espesor sacrificable	: 0.015 m
$t_s$	: 0.190 m
Asumimos $t_s$	: 0.200 m

Siguiendo el procedimiento del AASHTO LRFD considerando líneas de influencia para el cálculo de momentos:

$$M = \sum P * c_i * L_i$$

Diseñamos la losa como una viga continua con el refuerzo principal perpendicular a la vía siguiendo así las recomendaciones del AASHTO-LRFD para estos casos.



Diseño losa como viga continua con un número de tramos () igual a : 5

Número de vigas en el puente : 2

Para el cálculo de momentos usaremos el Método de las Líneas de Influencia.

Valores definitivos a usar:

$h = 0.200 \text{ m} = 20 \text{ cm}$

$Li = 2.3 \text{ m} = 230 \text{ cm}$

Donde:

Espesor de losa :  $h$

Carga de una Llanta trasera Camión de Diseño :  $P$

Luz libre entre apoyos de cada tramo :  $Li$

#### 4.7.2.3 Acero de refuerzo en la losa del puente.

##### 4.7.2.3.1 Acero positivo

Parámetros de diseño:

$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$d = \text{espesor losa} - \text{recubrimiento} - \text{cg refuerzo.}$

$h = 0.20 \text{ m}$

$b = 1.00 \text{ m}$

$b_w = 0.45 \text{ m}$

Recubrimiento =  $0.040 \text{ m}$

$d = 0.154 \text{ m}$

$M_u = 5.79 \text{ t-m}$

$a \text{ (inicial)} = 1.40 \text{ cm}$

$A_s = 10.45 \text{ cm}^2$

$a = 1.84 \text{ cm}$

s con  $5/8'' = 18.94 \text{ cm}$

s con  $1/2'' = 12.34 \text{ cm}$

Entonces la distribución del acero será: Usar  $\emptyset 5/8'' @ 17.5 \text{ cm}$

##### 4.7.2.3.2 Acero de temperatura (5.10.8 AASTHO)

Para  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ :  $A_s \geq \frac{0.18bh}{2(b+h)}$

$A_s \text{ temp} = 1.78 \text{ cm}^2/\text{m}$  además  $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_s \text{ temp} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$

Se usara  $A_s \text{ temp.} = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m}$

Usando  $\emptyset 3/8''$ ,  $s = 0.30 \text{ m}$

$$S_{\text{máx}} = 3t = 0.60 \text{ m}$$

$$S_{\text{máx}} = 0.45 \text{ m}$$

Entonces la distribución del acero será: Usar  $\emptyset 3/8'' @ 30 \text{ cm}$

**El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.**

#### 4.7.2.3.3 Acero de distribución

En la parte inferior de las losas se coloca armadura en la dirección secundaria en un porcentaje del acero positivo igual a:

$$\text{Si la armadura principal es perpendicular al tráfico: } \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67 \%$$

$$\text{Acero transversal } 66.61 \% > 67 \%$$

$$A_s \text{ transv} = 0.67 (7.93) = 7.00 \text{ cm}^2$$

$$s \text{ con } 1/2'' = 18.42 \text{ cm}$$

Entonces la distribución del acero será: Usar  $\emptyset 1/2'' @ 17.5 \text{ cm}$

#### 4.7.2.3.4 Resumen refuerzo en losa

$$\text{Acero positivo} = \emptyset 5/8'' @ 17.5 \text{ cm}$$

$$\text{Acero de temperatura} = \emptyset 3/8'' @ 30 \text{ cm en ambos sentidos}$$

$$\text{Acero de distribución} = \emptyset 1/2'' @ 17.5 \text{ cm abajo longitudinal}$$

#### 4.7.2.4 Acero de refuerzo en el volado de la losa

Refuerzo negativo en el volado

Parámetros de diseño

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$d$  = espesor losa – recubrimiento - cg refuerzo.

$$h = 0.20 \text{ m}$$

$$b = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{recubri.} = 0.000 \text{ m}$$

$$d = 0.154 \text{ m}$$

$$M_u = 5.28 \text{ t-m}$$

$$a \text{ (inicial)} = 1.174 \text{ cm}$$

$$A_s = 9.45 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.66 \text{ cm}$$

$$s \text{ con } 5/8'' = 20.95 \text{ cm}$$

$$s \text{ con } 1/2'' = 13.648 \text{ cm}$$

Entonces la distribución del acero será: Usar  $\emptyset 1/2''$  @ 15 cm

### 4.7.3 Vigas metálicas

#### 4.7.3.1 Datos iniciales

$L = 42$  m      luz / longitud  
 $N^{\circ} Vi = 2$       Cantidad de vigas  
 $S = 3.3$  m      Distancia entre vigas  
 $L_v = 1.45$  m      Voladizo de la losa  
 $Haunch = 0.05$  m      Concreto de nivelación

#### 4.7.3.2 Propiedades de los materiales

Acero estructural:

$F_y = 345.00$  Mpa

$E_s = 200\,000.00$  Mpa

Concreto:

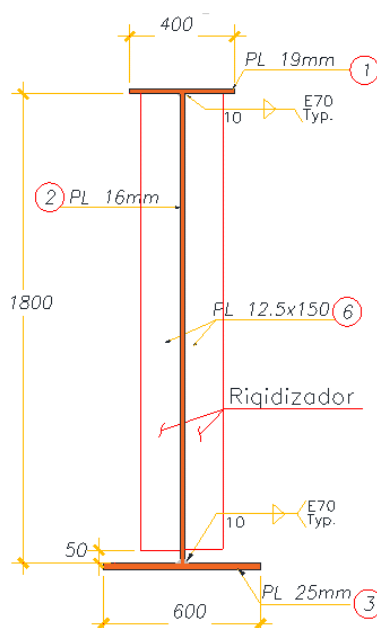
$F'_c = 28.00$  Mpa

$E_c = 26\,752.5$  Mpa

$n = 8.00$

#### 4.7.3.3 Dimensiones de la viga de acero

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 4	
bfb =	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	mm Ancho de Ala Inferior
tfb =	25.0	25.0	25.0	32.0	32.0	32.0	mm Espesor de Ala Inferior
hw =	1,800.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	mm Peralte del Alma
tw =	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	mm Espesor de Alma
bft =	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	mm Ancho de Ala Superior
tft =	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	mm Espesor de Ala Superior



#### 4.7.3.4 Ancho efectivo de losa

$$b_{eff} = \min \begin{cases} L / 4 \\ 12 * t_s + b_f / 2 \\ S \text{ (mm)} \end{cases}$$

$t_s$  = 200 mm Espesor de losa

$L/4$  = 10 500.00 mm Longitud del Puente/4.

$12*t_s + b_f/2 = 2 600.00$  mm  $12*$ espesor de losa + ala superior/2

$S$  = 3 300.00 mm Distancia entre vigas

$b_{eff}$  = 2 600.00 mm Ancho efectivo de losa

#### 4.7.3.5 Rigidizadores transversales intermedios (6.10.11.1 AASHTO)

A continuación se mostrarán los resultados de los rigidizadores:

bt =	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	mm
tp =	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	mm

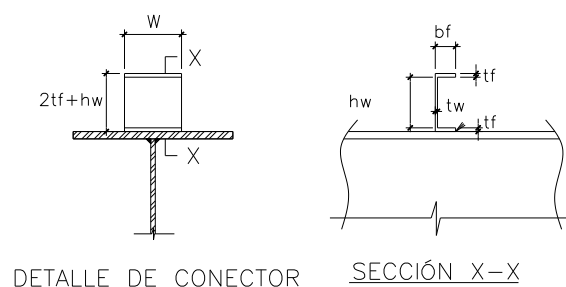
Como se puede observar en el cuadro anterior el ancho y alto de la plancha rigidizadora es continua.

#### 4.7.3.6 Rigidizadores de apoyo (6.10.11.2 AASHTO)

$bt = 150.00$  mm

$tp = 16.00$  mm

### 4.7.3.7 Conectores (6.10.10.2 AASHTO)



	Canal							Descripción
	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	und.	
X(m)	0.00	4.2	8.4	12.6	16.8	21.0		
bf =	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	cm	ancho ala
tf =	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	cm	espesor ala
hw =	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70	cm	canto alma
tw =	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	cm	espesor alma
w =	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	cm	long transv
p =	361.25	377.0	490.43	620.6	762.77	972.3	mm	separación max. de los conectores

**Distribución de conectores: 24 @ 0.35 m y resto @ 0.50 m**

#### 4.7.1.1. Contraflecha

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Descripción	
X(m)	0.00	4.2	8.4	12.6	16.8	21.0		
<b>Contraflecha =</b>	<b>0.00</b>	<b>64.00</b>	<b>123.00</b>	<b>155.00</b>	<b>181.00</b>	<b>190.00</b>	<b>mm</b>	<b>para la fabricación de las vigas</b>

Según los resultados obtenidos, tendremos una contraflecha máxima de 190 mm en el centro de las vigas del puente.

### 4.7.4 Diseño del apoyo de neopreno – AASHTO LRFD

#### 4.7.4.1 Características del apoyo a emplearse

Longitud del apoyo (dirección longitudinal del puente) L (mm)	= 400
Ancho del apoyo (dirección transversal del puente) W (mm)	= 500
Número de capas interiores de elastómero	Ne = 6
Espesor de cada capa interior de elastómero	heint (mm) = 20
Espesor de cada capa exterior de elastómero	heext (mm) = 6
Espesor plancha interior de refuerzo de acero	hs (mm) = 3
Espesor Total de los elastómeros	het (mm) = 132
Espesor Total del dispositivo de Apoyo	h (mm) = 153
Módulo de Corte del elastómero	G (MPa) = 0.9 a 1.38
Factor de forma	S = 5.56

#### 4.7.4.2 Cargas de diseño

Fuerza vertical debido a cargas estáticas:  $P_{st}$  (kN) = 416

Fuerza vertical debido a cargas cíclicas:  $P_{cy}$  (kN) = 614

Esfuerzo de compresión debido a la carga estática  $\sigma_s, st$  (MPa) = 2.1

Esfuerzo de compresión debido a la carga cíclica  $\sigma_s, cy$  (MPa) = 3.1

#### 4.7.4.3 Refuerzo

Esfuerzo de fluencia del refuerzo  $f_y$  (MPa) = 250

Constante de amplitud de fatiga  $\Delta FTH$  = 165 MPa Categoría A  
(AASHTO - LRFD 14.7.5.3.7)

Espesor mínimo de la plancha interior de acero en servicio  $h_{smin}$  (mm) = 0.50 <  $h_s$  OK

Espesor mínimo de la plancha interior de acero en fatiga  $h_{smin}$  (mm) = 0.74 <  $h_s$  OK

#### 4.7.5 Diseño de las vigas transversales o vigas diafragma

##### 4.7.5.1 Características elásticas de la viga

		bf	tf	tw	D	h
PERFIL	MESA SUP	25	1.25			
	ALMA			1.25	63.2	60.7
	MESA INF	25	1.25			

##### 4.7.5.2 Características plásticas de la viga de acero

a= 30.35 cm

b= 30.35 cm

h= 60.7 cm

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Descripción	
X(m)	0.00	4.2	8.4	12.6	16.8	21.0		
Lb (asumido)	6000	6000	6000	7000	7000	8000	mm	Distancia entre diafragmas
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

#### 4.7.6 Diseño sub estructura

##### 4.7.6.1 Especificaciones generales:

Luz libre : 42.00 m Luz entre los apoyos del puente

Número de vías : 1.00

Ancho total de la vía : 4.50 m comprende CARRILES +BERMA

Sobre ancho (Sa) : 0.00 en caso de puentes curvos

Ancho del tablero : 5.00 m con sobre ancho y sin vereda

Espesor de losa : 0.20 m

Longitud losa al apoyada : 0.45 m longitud losa del extremo al apoyo en cajuela

Numero de vigas principales : 2.00 solo para el caso de puentes con vigas

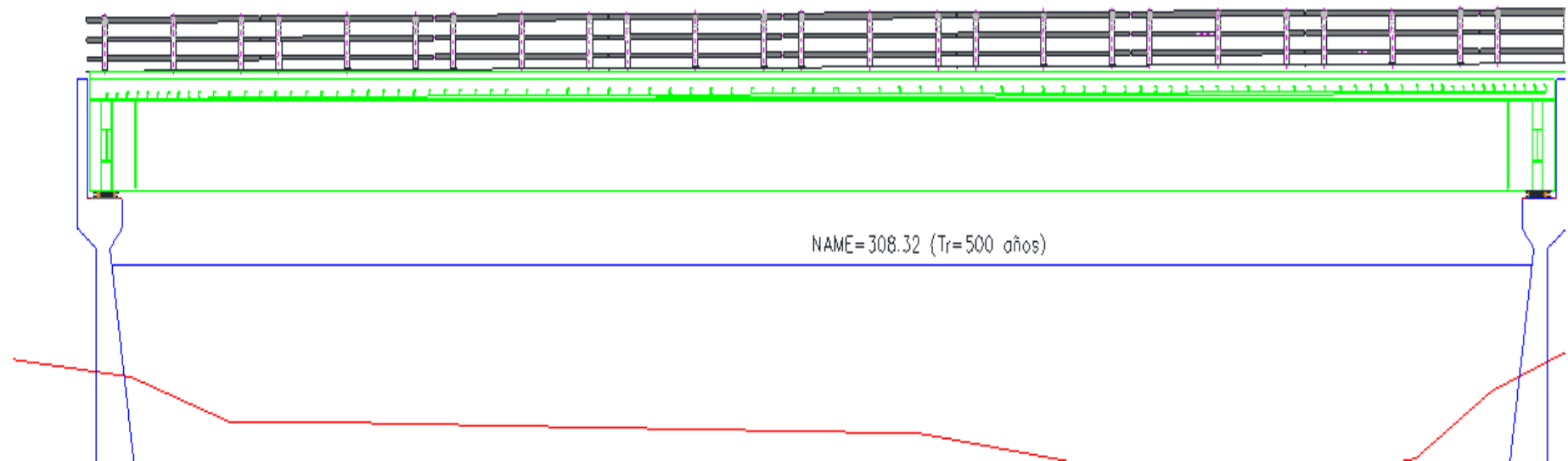
Peralte de la viga	: 1.85 m	
Ancho de la viga	: 0.60 m	
Numero de vigas Diafragma	: 9.00	solo para el caso de puentes con vigas
Ancho del diafragma	: 0.25 m	ancho del diafragma
Ancho de vereda	: 0.80 m	
Altura de vereda en losa	: 0.20 m	altura de la vereda desde la losa
Long. Volado vereda	: 0.60 m	
Peso baranda metalica	: 0.15 t/m	
Sobrecarga Movil S/C	: LRFD	Carga del vehículo
Sobrecarga repartida vehic:	: 0.95 t/m <sup>2</sup>	carga distribuida del vehículo
Sobrecarga peatonal vereda	: 0.40 t/m <sup>2</sup>	
Impacto en vereda	: 10.00 %	Por efecto de aglomeración de peatones
Resistencia concreto f'c	: 210.00 kg/cm <sup>2</sup>	Se asume por durabilidad del Co estribos
Fluencia del acero fy G60	: 4200.00 kg/cm <sup>2</sup>	Acero corrugado losas y estribo
Pesos especifico del Co	: 2.40 ton/m <sup>3</sup>	
Espesor del asfalto	: 0.05 m	
Peso específico del asfalto	: 2.20 ton/m <sup>3</sup>	
Peso de acero	: 7.85 ton/m <sup>3</sup>	

### **CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO**

Peso específico del relleno	: 1.90 ton/m <sup>3</sup>	
Angulo fricción interna f	: 40 grados	estribo derecho
Angulo fricción interna f	: 40 grados	estribo izquierdo
Angulo fricción base d	: 0 grados	ángulo de fricción en la base de cimentación
Resistencia del suelo qn	: 6.00 kg/cm <sup>2</sup>	

### **CARACTERÍSTICAS GEODINÁMICA**

Zonificación sísmica (Z)	: 3.00	Ubicación en el mapa
Factor de aceleración máx.	: 0.35 g	La aceleración máxima permitida PGA
Fpga	: 1.00	
Parámetros geotécnicos:		
Tipo de suelo	: tipo 1	Clase de Sitio B
Periodo de vibración (Tp)	: 0.40 seg	Periodo predominante
Factor de suelo (S)	: 1.00	







### 4.7.6.3 Acero de la pantalla

<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	1.13	159.55	35.05	8.25	s con 1"	Ø 1" @ 12.5cm
REFUERZO EN BASE DE PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 7.5cm
					s con 1"+3/4"	Ø 1"+3/4" @ 22.5cm
					<b>Adoptado Ø 1"+3/4" @ 22.5 cm</b>	
<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	0.73	44.07	14.78	3.03	s con 1"	Ø 1" @ 32.5cm
REFUERZO EN LA MITAD DE LA PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 17.5cm
					s con 5/8"	Ø 5/8" @ 12.5cm
					<b>Adoptado Ø 3/4" @ 17.5 cm</b>	
<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	0.23	5.20	5.67	1.34	s con 3/4"	Ø 3/4" @ 50cm
REFUERZO EN LA CAJUELLA					s con 5/8"	Ø 5/8" @ 32.5cm
					s con 1/2"	Ø 1/2" @ 22.5cm
					<b>Adoptado Ø 1/2" @ 22.5cm</b>	

### 4.7.1.2. Acero de las alas del estribo

<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	0.73	54.89	18.63	4.38	s con 5/8"	Ø 5/8" @ 10cm
REFUERZO EN BASE DE PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 15cm
					s con 1/2"	Ø 1/2" @ 5cm
					<b>Adoptado Ø 3/4" @ 20 cm+ 1/2" @ 20 cm</b>	
<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	0.30	5.11	4.21	0.99	s con 1/2"	Ø 1/2" @ 30cm
REFUERZO EN LA MITAD DE LA PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 67.5cm
					<b>Adoptado Ø 1/2" @ 20 cm</b>	

Acero de temperatura: Adoptado Ø 1/2" @ 20cm

### 4.7.6.4 Acero de la cimentación

<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	1.32	247.36	46.55	10.95	s con 1"	Ø 1" @ 10cm
REFUERZO EN PARTE SUPERIOR DE ZAPATA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 5cm
					s con 1"+3/4"	Ø 1"+3/4" @ 15cm
					<b>Adoptado Ø 1"+3/4" @ 15 cm</b>	
<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	1.32	93.49	17.12	4.03	s con 5/8"	Ø 5/8" @ 10cm
REFUERZO EN FONDO DE ZAPATA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 15cm
					<b>Adoptado Ø 3/4" @ 15 cm</b>	

Acero de temperatura: Adoptado Ø 1/2" @ 13cm

<b>01.02</b>	<b>ESTRIBOS</b>						
<b>01.02.01</b>	<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CON MAQUINARIA EN SECO</b>						
	Descripcion			CANT	Area (m²)	H (m)	Total (m³)
	Estribo Izquierdo			1.00	127.97	1.50	191.96
	Estribo Derecho			1.00	127.97	3.20	409.50
							<b>601.46</b>
<b>01.02.02</b>	<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA CON MAQUINARIA</b>						
	Descripcion			CANT	Area (m²)	H (m)	Total (m³)
	Estribo Derecho			1.00	127.97	1.10	140.77
							<b>140.77</b>
<b>01.02.03</b>	<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA</b>						
	Descripcion			CANT	Area (m²)	H (m)	Total (m³)
	Estribo Izquierdo			1.00	127.97	3.00	383.91
							<b>383.91</b>



01.02.11	<b>RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO</b>						
	<b>Descripcion</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT</b>	<b>B (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>L ( m)</b>	<b>Total (m³)</b>
	Material Propio	M3	1.00				601.46
							<b>601.46</b>
01.02.12	<b>RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO</b>						
	<b>Descripcion</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT</b>	<b>B (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>L ( m)</b>	<b>Total (m³)</b>
	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1.00	79.70			2899.83
							<b>2899.83</b>
01.02.13	<b>TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>						
	<b>Descripcion</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT</b>	<b>B (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>L ( m)</b>	<b>Total (m³)</b>
	TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1.00				524.68
							<b>524.68</b>

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Parcial
01.03	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>						
01.03.01	<b>FABRICACION EN TALLER</b>	<b>t</b>					<b>46.00</b>
	<b>Viga Principal</b>						
	Ala inferior		4	12,600.0	600.0	25.0	5.93
			4	8,400.0	600.0	32.0	5.06
	Alma		2	42,000.0	1,800.0	16.0	18.99
	Ala superior		4	42,000.0	400.0	19.0	10.02
	Conectores Alas		368	150.0	44.5	0.8	0.02
	Alma	24	184	150.0	110.8	0.5	0.01
	<b>Rigidizadores de apoyo</b>		8	1,800.0	150.0	12.5	0.21
	<b>Rigidizadores en Diafragmas</b>	60	20	1,800.0	150.0	12.5	0.53
	<b>Rigidizadores transversales intermedios</b>		52	1,750.0	150.0	12.5	1.34
	<b>Diafragmas En Apoyos</b>		4	4,500.0	250.0	12.5	0.44
	Alas		2	4,500.0	600.0	12.5	0.53
	Alma		10	4,500.0	250.0	12.5	1.10
	Interiores		5	4,500.0	600.0	12.5	1.32
	Alma		28	868.0	210.0	9.5	0.38
	Placas de conexión						
01.03.02	<b>PINTURA ANTICORROSIVA</b>	<b>m2</b>					<b>675.50</b>
	<b>Viga Principal</b>						
	Ala inferior	m2	8	12,600.0		600.0	60.48
		m2	8	12,600.0		25.0	2.52
		m2	8	8,400.0		600.0	40.32
		m2	8	8,400.0		32.0	2.15
	Alma	m2	4	42,000.0		1,800.0	302.40
	Ala superior	m2	8	42,000.0		400.0	134.40
		m2	8	42,000.0		20.0	6.72
	<b>Rigidizadores de apoyo</b>	m2	16	1,800.0		150.0	4.32
		m2	8	1,800.0		12.5	0.18
	<b>Rigidizadores transversales interiores</b>	m2	104	1,750.0		150.0	27.30
		m2	72	1,750.0		12.5	1.58
	<b>Diafragmas En Apoyos</b>		8	4,500.0		200.0	7.20
	Alas	m2	8	4,500.0		12.5	0.45
	Alma	m2	4	4,500.0		600.0	10.80
	Interiores	m2	20	4,500.0		250.0	22.50
		m2	20	4,500.0		16.0	1.44
	Alma	m2	10	4,500.0		900.0	40.50
	Placas de conexión	m2	56	868.0		210.0	10.21

<b>01.03.03</b>	<b>PINTURA ESMALTE</b>	<b>m2</b>					<b>675.50</b>
	<b>Viga Principal</b>	m2	8	12,600.0		600.0	60.48
	Ala inferior	m2	8	12,600.0		25.0	2.52
		m2	8	8,400.0		600.0	40.32
		m2	8	8,400.0		32.0	2.15
	Alma	m2	4	42,000.0		1,800.0	302.40
	Ala superior	m2	8	42,000.0		400.0	134.40
		m2	8	42,000.0		20.0	6.72
	<b>Rigidizadores de apoyo</b>	m2	16	1,800.0		150.0	4.32
		m2	8	1,800.0		12.5	0.18
	<b>Rigidizadores interiores</b>	m2	104	1,750.0		150.0	27.30
		m2	72	1,750.0		12.5	1.58
	<b>Diafragmas</b> En Apoyos Alas	m2	8	4,500.0		200.0	7.20
		m2	8	4,500.0		12.5	0.45
	Alma	m2	4	4,500.0		600.0	10.80
	Interiores Alas	m2	20	4,500.0		250.0	22.50
		m2	20	4,500.0		16.0	1.44
	Alma	m2	10	4,500.0		900.0	40.50
	Placas de conexión	m2	56	868.0		210.0	10.21
<b>01.03.04</b>	<b>TRANSPORTE A OBRA</b>	<b>t-Km</b>					<b>5,976.00</b>
	Peso de Estructura Metalica = 46.00	t-Km	1	129.9			5,975.86
<b>01.03.05</b>	<b>MONTAJE y LANZAMIENTO</b>	<b>t</b>					<b>46.00</b>
	Peso de Estructura Metalica = 46.00	t	1				46.00

Item	Descripción				Unidad	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Parcial
<b>01.04</b>	<b>LOSA DE CONCRETO y VEREDAS</b>									
<b>01.04.01</b>	<				<b>m2</b>					<b>376.50</b>
	area encofrable del tablero				m2	1	42.000		8.000	336.00
	Extremos de losa				m2	2	4.500		0.200	1.80
	Veredas lateral exterior				m2	2	42.000		0.200	16.80
	extremos				m2	4	0.850		0.200	0.68
	Postes para barandas				m2	26	0.800		1.000	20.80
<b>01.04.02</b>	<b>ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2</b>				<b>Kg</b>					<b>6,867.50</b>
	Codigo	f	Long.	N° Elementos	Total ml					
	L401	N° 5	6.32	240	1517					
	L402	N° 3	6.32	240	1517					
	L403	N° 3	42.00	15	630					
	L404	N° 4	42.00	26	1080					
	L306	N° 4	45.00	10	876					
	L307	N° 4	2.30	300	1380					
	Resumen									
	f	Kg/m		N° Barras	Peso (Kg)					Peso (Kg)
	N° 8	3.97		0	0.00	1				0.00
	N° 6	2.24		0	0.00	1				0.00
	N° 5	1.55		1517	2,354.38	1				2,354.38
	N° 4	0.99		3336	3,312.65	1				3,312.65
	N° 3	0.56		2147	1,200.17	1				1,200.17

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Parcial
<b>01.04.03</b>	<b>CONCRETO f'c = 280 Kg/cm2</b>	<b>m3</b>					<b>38.00</b>
	Losa	m3	1	42.000	4.500	0.200	37.80
<b>01.04.04</b>	<b>CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2</b>	<b>m3</b>					<b>19.50</b>
	Veredas	m3	2	42.000	0.850	0.200	14.28
	Postes para Barandas	m3	26	0.200	4.000	0.250	5.20
<b>01.04.05</b>	<b>RIEGO DE LIGA</b>	<b>m2</b>					<b>189.00</b>
	Losa	m2	1	42.000	4.500		189.00
<b>01.04.06</b>	<b>CARPETA ASFALTICA</b>	<b>m2</b>					<b>189.00</b>
	Losa	m2	1	42.000	4.500		189.00

Item	Descripción				Unidad	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Parcial
<b>01.05</b>	<b>LOSA DE APROXIMACION</b>									
<b>01.05.01</b>	<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL</b>				<b>m3</b>					<b>18.00</b>
	Margen Izquierda				m3	1	5.000	7.200	0.250	9.00
	Margen Derecha				m3	1	5.000	7.200	0.250	9.00
<b>01.05.02</b>	<b>ENCOFRADO CARA NO VISTA</b>				<b>m2</b>					<b>9.50</b>
	Margen Izquierda	Laterales			m2	2	5.000		0.250	2.50
		Extremos			m2	2	4.500		0.250	2.25
	Margen Derecha	Laterales			m2	2	5.000		0.250	2.50
		Extremos			m2	2	4.500		0.250	2.25
<b>01.05.03</b>	<b>ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2</b>				<b>Kg</b>					<b>2,973.50</b>
	Codigo	f	Long.	N° Barras	Total					
	Sup. Long	N° 4	5.30	36	188					
	Inf. Long.	N° 4	5.30	36	188					
	Sup Transv.	N° 4	7.30	26	186					
	Inf Transv.	N° 4	7.30	26	186					
	Resumen									
	f	Kg/m		N° Barras	Peso (Kg)					Peso (Kg)
	N° 8	3.97		0	0.00	4				0.00
	N° 6	2.24		0	0.00	4				0.00
	N° 5	1.55		0	0.00	4				0.00
	N° 4	0.99		748 3/5	743.36	4				2,973.44
	N° 3	0.56		0	0.00	4				0.00
<b>01.05.04</b>	<b>CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2</b>				<b>m3</b>					<b>11.50</b>
	Margen Izquierda				m3	1	5.000	4.500	0.250	5.63
	Margen Derecha				m3	1	5.000	4.500	0.250	5.63

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Parcial
<b>01.06</b>	<b>VARIOS</b>						
<b>01.06.01</b>	<b>JUNTAS DE DILATACION</b>	<b>m</b>					<b>20.00</b>
	Entre Losa de aproximacion y Acceso izquierdo	m	1	10.000			10.00
	Entre Losa de aproximacion y Acceso derecho	m	1	10.000			10.00
<b>01.06.02</b>	<b>DISPOSITIVO DE APOYO</b>	<b>Und</b>					<b>4.00</b>
	En Estribo izquierdo	Und	2				2.00
	En Estribo derecho	Und	2				2.00
<b>01.06.03</b>	<b>TUBOS DE DRENAJE</b>	<b>Und</b>					<b>18.00</b>
	Aguas arriba	Und	9				9.00
	Aguas abajo	Und	9				9.00
<b>01.06.04</b>	<b>BARANDAS METALICAS</b>	<b>m</b>					<b>84.00</b>
	Aguas arriba	m	1	42.000			42.00
	Aguas abajo	m	1	42.000			42.00
<b>01.06.05</b>	<b>PRUEBA DE CARGA DE SUPER ESTRUCTURA</b>	<b>GLB</b>					<b>1.00</b>
	Aguas arriba	GLB	1	1.000			1.00
<b>01.06.06</b>	<b>ACABADO DE VEREDA</b>	<b>m2</b>					<b>84.00</b>
	Aguas arriba	m2	1	42.000	1.000		42.00
	Aguas abajo	m2	1	42.000	1.000		42.00
<b>01.06.07</b>	<b>ENROCADO</b>	<b>m3</b>					<b>610.50</b>
	Estribo izquierdo						
	Fondo	m3	1	242.450		1.000	242.45
	Talud	m3	1	48.312		1.000	48.31
	Estribo derecho						
	Fondo	m3	1	267.736		1.000	267.74
	Talud	m3	1	51.533		1.000	51.53
<b>02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ACCESOS</b>						
<b>02.01.01</b>	<b>PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE</b>	<b>m2</b>					<b>1,374.50</b>
	Tramo	Area					
	De Hasta De Hasta						
	0+000 0+147.25 4.500 4.500	m2	1	147.250	4.500		662.63
	0+184.841 0+343 4.500 4.500	m2	1	158.159	4.500		711.72
<b>02.01.02</b>	<b>TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO</b>	<b>m3</b>					<b>711.00</b>
	Tramo	Area					
	De Hasta De Hasta						
	2+360.0 2+380.0 0.000 2.590	m3	1	20.000	1.295		25.90
	2+380.0 2+400.0 2.590 7.150	m3	1	20.000	4.870		97.40
	2+400.0 2+420.0 7.150 8.200	m3	1	20.000	7.675		153.50
	2+440.0 2+460.0 8.200 0.000	m3	1	20.000	4.100		82.00
	2+460.0 2+480.0 0.000 9.040	m3	1	20.000	4.520		90.40
	2+480.0 2+500.0 9.040 8.200	m3	1	20.000	8.620		172.40
	2+500.0 2+520.0 8.200 0.740	m3	1	20.000	4.470		89.40



Item	Descripción				Unidad	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Parcial
<b>02.01.05</b>	<b>AFIRMADO</b>				<b>m3</b>					<b>275.00</b>
	Tramo	Ancho de Subrasante								
	De	Hasta	De	Hasta						
	0+000	0+147.25	4.500	4.500	m3	1	147.250	4.500	0.200	132.53
	0+184.841	0+343	4.500	4.500	m3	1	158.159	4.500	0.200	142.34

En lo que respecta al análisis de costos unitarios, se está considerando un rendimiento de 400 m3/día, por las siguientes razones:

- Se aprovechará el afirmado en el acceso izquierdo (del cual ya se tienen los ensayos en el anexo n° 1.9 y es óptimo para ser usado en el proyecto)
- Optimizar costos y tiempo de obra para lo cual, se considera una retroexcavadora cargadora, para la extracción del material, por la razón de ya haber trabajado en este tipo de actividades y se ha obtenido mayor rendimiento. También se considerará un volquete de 15 m3.

Se ha verificado en campo, la extracción de material con retroexcavadora y volquete constatando así su rendimiento de 3 volquetes y medio por hora, durante 8 horas, teniendo un total de 400 m3, el trabajo de extracción, colocación y compactación están considerados en el presente análisis de costos unitarios.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Largo	Ancho	Altura	Parcial
<b>04</b>	<b>SEÑALIZACION</b>						
<b>04.01</b>	<b>LINEAS CONTINUAS</b>	<b>m</b>					<b>208.00</b>
	Líneas continuas centrales en losa del puente y losa de aproximación	m	2	52.000			104.00
	Líneas continuas laterales en losa del puente y losa de aproximación	m	2	52.000			104.00
<b>04.02</b>	<b>PINTURA EN SARDINELES</b>	<b>m</b>					<b>104.00</b>
	Pintura en sardineles	m	2	52.000			104.00
<b>04.03</b>	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>	<b>Und</b>					<b>2.00</b>
	Señales Informativas del Puente (Nombre, Longitud)	Und	2				2.00
<b>04.04</b>	<b>SEÑALES REGLAMENTARIAS</b>	<b>Und</b>					<b>2.00</b>
	Señal Reglamentaria R-3 Lado izquierdo	Und	1				1.00
	Lado derecho	Und	1				1.00

## 4.9. PRESUPUESTO

### 4.9.1. Análisis de costos unitarios

Presupuesto	0101003 DISEÑO DEL PUENTE PALO BLANCO				
Subpresupuest	001 DISEÑO DEL PUENTE PALO BLANCO				Fecha presupuesto 06/10/2019
Partida	01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO			
Costo unitario directo por : GLB					60,469.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
0298010032	FLETE TERRESTRE	%PU	100.0000	60,469.73	60,469.73
					60,469.73

Partida	01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO				
Rendimiento	m2/DIA	500	EQ.	500	Costo unitario directo por : m2	3.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	2	0.032	17.06	0.55
0147010004	PEON	hh	4	0.064	15.40	0.99
0147010034	TOPOGRAFO	hh	1	0.016	27.65	0.44
						1.98
Materiales						
0202010061	CLAVOS	kg		0.005	3.82	0.02
0202040009	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.005	3.82	0.02
0202970003	ACERO CORRUGADO GRADO 60 A	kg		0.015	2.90	0.04
0221000001	YESO	BOL		0.010	12.59	0.13
0243570051	MADERA	p2		0.050	5.60	0.28
0254020042	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		0.003	66.77	0.22
						0.71
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	1.98	0.10
0348970015	ESTACION TOTAL	hm	1	0.016	12.50	0.20
0348970016	NIVEL DE INGENIERIA	hm	1	0.016	8.80	0.14
						0.44

Partida	01.01.03	DESBROCE Y LIMPIEZA				
Rendimiento	m2/DIA	10,000	EQ.	10,000	Costo unitario directo por : m2	0.09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1	0.0008	27.65	0.02
0147010004	PEON	hh	6	0.0048	15.40	0.07
						0.09
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	0.09	0.00

Partida	01.01.04	LIMPIEZA DE CAUCE					
Rendimiento	m3/DIA	570	EQ.	570	Costo unitario directo por : m3		3.98
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2	0.0028	27.65	0.08	
0147010004	PEON	hh	1.0	0.014	15.40	0.22	
							0.30
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	0.30	0.02	
0349040037	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160	hm	1.0	0.0140	261.20	3.66	
							3.68

Partida	01.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CON MAQUINARIA EN SECO					
Rendimiento	m3/DIA	200	EQ.	200	Costo unitario directo por : m3		8.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.004	27.65	0.11
0147010002	OPERARIO		hh	1	0.04	21.27	0.85
0147010004	PEON		hh	2	0.08	15.40	1.23
							2.19
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5	2.19	0.11
0349040036	RETROEXCAVADOR S/ORUG 80-11 hm			1	0.0400	165.80	6.63
							6.74

Partida	01.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA CON MAQUINARIA					
Rendimiento	m3/DIA	200	EQ.	200	Costo unitario directo por : m3		11.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.004	27.65	0.11
0147010002	OPERARIO		hh	2	0.08	21.27	1.70
0147010004	PEON		hh	1	0.04	15.40	0.62
							2.43
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5	2.43	0.12
0349040036	RETROEXCAVADOR S/ORUG 80-11 hm			1	0.04	165.80	6.63
0349180016	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE 8" hm			1	0.04	55.00	2.20
							8.95

Partida	01.02.03	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA					
Rendimiento	m3/DIA	218	EQ.	218	Costo unitario directo por : m3	33.56	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.0037	27.65	0.10
0147010002	OPERARIO		hh	1	0.0367	21.27	0.78
0147010003	OFICIAL		hh	1	0.0367	17.06	0.63
0147010004	PEON		hh	4	0.1468	15.40	2.26
							3.77
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5	3.77	0.19
0349040036	RETROEXCAVADOR S/ORUG 80-11 hm			1	0.0367	165.80	6.08
							6.27
Subpartidas							
90980102010	CORTE EN ROCA FIJA				1	23.52	23.52
(PERFORACION Y DISPARO)							23.52

Partida	01.02.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2					
Rendimiento	kg/DIA	250	EQ.	250	Costo unitario directo por : kg	5.11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1	0.032	21.27	0.68
0147010003	OFICIAL		hh	1	0.032	17.06	0.55
0147010004	PEON		hh	1	0.032	15.4	0.49
							1.72
Materiales							
0202040009	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.03	3.82	0.11
0202970003	ACERO CORRUGADO GRADO 60 A kg				1	2.9	2.90
							3.01
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5	1.72	0.09
0337970001	BANCO DE TRABAJO		%IN		10	2.9	0.29
							0.38

Partida	01.02.05	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO				
Rendimiento	m2/DIA	14	EQ.	14	Costo unitario directo por : m2	77.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0571	27.65	1.58
0147010002	OPERARIO	hh	1	0.5714	21.27	12.15
0147010003	OFICIAL	hh	1	0.5714	17.06	9.75
0147010004	PEON	hh	1	0.5714	15.4	8.80
						<b>32.28</b>
<b>Materiales</b>						
0202010061	CLAVOS	kg		0.2	3.82	0.76
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.2	3.82	0.76
0243570051	MADERA	p2		6	5.6	33.6
0245010002	TRIPLAY DE 19 MM.	pln		0.06	98.54	5.91
0253100003	PETROLEO	gln		0.1	12.7	1.27
0272240017	TUB. PVC 3/4"	m		0.5	3.52	1.76
						<b>44.06</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	32.28	1.61
						<b>1.61</b>

Partida	01.02.06	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO				
Rendimiento	m2/DIA	12	EQ.	12	Costo unitario directo por : m2	89.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0667	27.65	1.84
0147010002	OPERARIO	hh	1	0.6667	21.27	14.18
0147010003	OFICIAL	hh	1	0.6667	17.06	11.37
0147010004	PEON	hh	1	0.6667	15.40	10.27
						<b>37.66</b>
<b>Materiales</b>						
0202010061	CLAVOS	kg		0.2	3.82	0.76
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.2	3.82	0.76
0202510015	PERNOS	kg		0.25	4.62	1.16
0230200005	LACA DESMOLDEADORA	gln		0.1	56.22	5.62
0243570051	MADERA	p2		6	5.6	33.6
0245010002	TRIPLAY DE 19 MM.	pln		0.06	98.54	5.91
0272240017	TUB. PVC 3/4"	m		0.5	3.52	1.76
						<b>49.57</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	37.66	1.88
						<b>1.88</b>

Partida	01.02.07	CONCRETO CICLOPEO f'c=175 Kg/cm2 BAJO AGUA					
Rendimiento	m3/DIA	35	EQ.	35	Costo unitario directo por : m3	361.17	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	1	0.2286	27.65	6.32
0147010002	OPERARIO		hh	2	0.4571	21.27	9.72
0147010003	OFICIAL		hh	2	0.4571	17.06	7.80
0147010004	PEON		hh	10	2.2857	15.4	35.20
0181010002	BONIFICACION POR TRABAJOS B/ %MO				20	59.04	11.81
							70.85
Materiales							
0204000009	ARENA GRUESA		m3		0.5	70	35.00
0204000010	PIEDRA CHANCADA		m3		0.75	100	75.00
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5) BOL				7.7	20	154.00
0234000004	COMBUSTIBLE, LUBRIC. Y FILTRO %IN				40	2.76	1.10
0298010040	AGUA		m3		0.1456	14	2.04
							267.14
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3	59.04	1.77
0348010005	MEZCLADORA DE CONCRETO DE	hm		1	0.2286	12.08	2.76
0348010081	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DO	hm		1	0.2286	6.8	1.55
0348080006	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm		1	0.2286	70	16
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5	hm		1	0.2286	4.8	1.1
							23.18

Partida	01.02.08	CONCRETO f'c=210 Kg/cm2 EN ZAPATAS BAJO AGUA					
Rendimiento	m3/DIA	18	EQ.	18	Costo unitario directo por : m3	455.59	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	1	0.4444	27.65	12.29
0147010002	OPERARIO		hh	2	0.8889	21.27	18.91
0147010003	OFICIAL		hh	2	0.8889	17.06	15.16
0147010004	PEON		hh	10	4.4444	15.40	68.44
							114.80
Materiales							
0204000009	ARENA GRUESA		m3		0.5	70	35
0204000010	PIEDRA CHANCADA		m3		0.75	100	75
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5) BOL				8.5	20	170
0229010035	ADITIVO PLASTIFICANTE		kg		1.5	7.51	11.27
0234000004	COMBUSTIBLE, LUBRIC. Y FILTRO %IN				40	5.37	2.15
							293.42
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5	114.8	5.74
0348010005	MEZCLADORA DE CONCRETO DE	hm		1	0.4444	12.08	5.37
0348010081	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DO	hm		1	0.4444	6.8	3.02
0348080006	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm		1	0.4444	70	31.11
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5"	hm		1	0.4444	4.8	2.13
							47.37



Partida	01.02.11	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO					
Rendimiento	m3/DIA	60	EQ.	60	Costo unitario directo por : m3		87.77
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0133	27.65	0.37	
0147010004	PEON	hh	6	0.8	15.40	12.32	
							12.69
Materiales							
0204000011	MATERIAL DE RELLENO	m3		1.3	50	65	
0298010040	AGUA	m3		0.12	14	1.68	
							66.68
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	12.69	0.63	
0349030003	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLAN	hm	3	0.4	19.43	7.77	
							8.40

Partida	01.02.12	TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	75	EQ.	75	Costo unitario directo por : m3		20.11
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL		hh	0.5	0.0533	17.06	0.91
							0.91
Equipos							
0348110004	VOLQUETE DE 10 M3		hm	1	0.1067	120	12.80
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 Hl		hm	0.3	0.0320	200	6.40
							19.20



Partida	01.03.01	FABRICACION EN TALLER					
Rendimiento	ton/DIA	2	EQ.	2	Costo unitario directo por : ton		8,570.52
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147000029	SOLDADOR		hh	2	8	16.04	128.32
0147000037	TECNICO CALDERERO		hh	1	4	17.38	69.52
0147000038	TECNICO (C.CALIDAD)		hh	1	4	17.38	69.52
0147010003	OFICIAL		hh	2	8	17.06	136.48
0147010004	PEON		hh	8	32	15.40	492.80
0147010008	CORTADOR		hh	2	8	16.04	128.32
							1,024.96
Materiales							
0202140006	PERNOS TUERCAS Y ARANDELAS		und		10	13.8	138
0202500011	ACERO ESTRUCTURAL GRADO 50		ton		1.05	4,310	4,525.50
0229510001	OXIGENO		m3		12	16.15	193.80
0229510003	ACETILENO		m3		4	43.2	172.80
0229510052	DISCO DE DESBASTE 1/4" x 7"		pza		2	14.90	29.80
0230990008	SOLDADURA		kg		100	12.23	1,223
0243570051	MADERA		p2		1.5	5.60	8.40
							6,291.30
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		10	1,024.96	102.50
0348070020	EQUIPO DE OXICORTE		hm	2	8	15	120
0348830001	GATAS DE 50 TN.		hm	2	8	15	120
0348970005	TECLE DE 5 TON.		hm	2	8	15	120
0349070050	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.		hm	2	8	61	488
0349070051	MONTACARGA 80 HP 5 TON		hm	1	4	75.94	303.76
							1,254.26

Partida	01.03.02	PINTURA ANTICORROSIVA					
Rendimiento	m2/DIA	150	EQ.	150	Costo unitario directo por : m2		52.19
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.0053	27.65	0.15
0147010002	OPERARIO		hh	3	0.16	21.27	3.40
0147010003	OFICIAL		hh	3	0.16	17.06	2.73
0147010004	PEON		hh	2	0.1067	15.40	1.64
							7.92
Materiales							
0204000007	ARENA		m3		0.2200	30.00	6.60
0254210004	PINTURA ANTICORROSIVA ZINC I	gln			0.0500	348.71	17.44
0254210006	PINTURA ESMALTE EPOXICO	gln			0.0790	144.34	11.40
0254830003	DILUYENTE	gln			0.0334	85.56	2.86
							38.30
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			10.0000	7.92	0.79
0348210057	EQUIPO DE PINTAR AIRLESS	hm		1	0.0533	15.50	0.83
0348210058	TOLVA PARA ARENADO	hm		1	0.0533	30.00	1.60
0349010092	COMPRESORA NEUMATICA 175 P	hm		1	0.0533	51.54	2.75
							5.97

Partida	01.03.03	PINTURA ESMALTE					
Rendimiento	m2/DIA	100	EQ.	100	Costo unitario directo por : m2	30.67	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.0080	27.65	0.22
0147010002	OPERARIO		hh	2	0.1600	21.27	3.40
0147010003	OFICIAL		hh	1	0.0800	17.06	1.36
0147010004	PEON		hh	1	0.0800	15.40	1.23
							6.21
Materiales							
0254220022	PINTURA POLYURETHANE BICOM	gln			0.0560	279.16	15.63
0254830003	DILUYENTE	gln			0.0333	85.56	2.85
							18.48
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			10.0000	6.21	0.62
0348210057	EQUIPO DE PINTAR AIRLESS	hm		1.0000	0.0800	15.50	1.24
0349010092	COMPRESORA NEUMATICA 175 PC	hm		1.0000	0.0800	51.54	4.12
							5.98

Partida	01.03.04	TRANSPORTE A OBRA					
				Costo unitario directo por : TKM		0.71	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
0298010032	FLETE TERRESTRE		%PU		100	0.71	0.71
							0.71

Partida	01.03.05	MONTAJE Y LANZAMIENTO				
Rendimiento	ton/DIA	4	EQ.	4	Costo unitario directo por : ton	2,434.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000029	SOLDADOR	hh	2	4	16.04	64.16
0147000045	TECNICO	hh	1	2	17.38	34.76
0147010001	CAPATAZ	hh	1	2	27.65	55.30
0147010002	OPERARIO	hh	4	8	21.27	170.16
0147010004	PEON	hh	12	24	15.40	369.60
						<b>693.98</b>
<b>Materiales</b>						
0202500001	ACERO ESTRUCTURAL A-36	kg		45.00	3.82	171.90
0229510001	OXIGENO	m3		3.00	16.15	48.45
0229510003	ACETILENO	m3		1.00	43.20	43.20
0230020006	CABLE DE ACERO DE 1"	m		1.00	26.40	26.40
0230990008	SOLDADURA	kg		5.00	12.23	61.15
0243570051	MADERA	p2		1.00	5.60	5.60
0248800012	TORRE METALICA	GLB		1.00	150.00	150.00
						<b>506.70</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10	693.98	69.40
0348070020	EQUIPO DE OXICORTE	hm	1	2	15.00	30.00
0348600002	TIRFOR DE 5 TON.	hm	2	4	12.00	48.00
0348830001	GATAS DE 50 TN.	hm	2	4	15.00	60.00
0348840001	RODILLOS	hm	2	4	15.00	60.00
0348970005	TECLE DE 5 TON.	hm	2	4	15.00	60.00
0349070050	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	hm	1	2	61.00	122.00
0349180010	GRUA HIDRAULICA AUTOP. 127HP	hm	2	4	196.00	784.00
						<b>1,233.40</b>

Partida	01.04.01	ENCOFRADO CARA VISTA				
Rendimiento	m2/DIA	12	EQ.	12	Costo unitario directo por : m2	88.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0667	27.65	1.84
0147010002	OPERARIO	hh	1	0.6667	21.27	14.18
0147010003	OFICIAL	hh	1	0.6667	17.06	11.37
0147010004	PEON	hh	1	0.6667	15.40	10.27
						<b>37.66</b>
<b>Materiales</b>						
0202010061	CLAVOS	kg		0.25	3.82	0.96
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0.2500	3.82	0.96
0230200005	LACA DESMOLDEADORA	gln		0.1000	56.22	5.62
0243570051	MADERA	p2		6	5.60	33.60
0245010002	TRIPLAY DE 19 MM.	pln		0.0750	98.54	7.39
						<b>48.53</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	37.66	1.88
						<b>1.88</b>







Partida	01.05.04	CONCRETO f'c=210 Kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	18	EQ.	18	Costo unitario directo por : m3	426.46	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	1	0.4444	27.65	12.29
0147010002	OPERARIO		hh	2	0.8889	21.27	18.91
0147010003	OFICIAL		hh	2	0.8889	17.06	15.16
0147010004	PEON		hh	10	4.4444	15.40	68.44
							114.80
Materiales							
0204000009	ARENA GRUESA		m3		0.5000	70.00	35.00
0204000010	PIEDRA CHANCADA		m3		0.8000	100.00	80.00
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5) BOL				8.5000	20.00	170.00
0229010035	ADITIVO PLASTIFICANTE		kg		1.5000	7.51	11.27
0234000004	COMBUSTIBLE, LUBRIC. Y FILTRO %IN				40.0000	5.37	2.15
							298.42
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	114.80	5.74
0348010005	MEZCLADORA DE CONCRETO DE		hm	1	0.4444	12.08	5.37
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.5		hm	1	0.4444	4.80	2.13
							13.24

Partida	01.06.01	JUNTAS DE DILATACION					
Rendimiento	m/DIA	4	EQ.	4	Costo unitario directo por : m	362.67	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2	0.4	27.65	11.06
0147010002	OPERARIO		hh	2	4	21.27	85.08
0147010003	OFICIAL		hh	1	2	17.06	34.12
0147010004	PEON		hh	1	2	15.40	30.80
							161.06
Materiales							
0230020107	ADITIVO EPOXICO		kg		0.6358	65.52	41.66
0230990024	SOPORTE DE ESPUMAS		m3		0.0200	35.20	0.70
0230990032	SELLANTE PARA JUNTAS		ctcho		2.0000	75.60	151.20
							193.56
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5	161.06	8.05
							8.05

Partida	01.06.02	DISPOSITIVO DE APOYO					
Rendimiento	und/DIA	4	EQ.	4	Costo unitario directo por : und	3,112.83	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	2	21.27	42.54
0147010003	OFICIAL		hh	1	2	17.06	34.12
0147010004	PEON		hh	1	2	15.40	30.80
							107.46
Materiales							
0229510063	NEOPRENO		und		1	3,000.00	3,000
							3,000
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5	107.46	5.37
							5.37

Partida	01.06.03	TUBOS DE DRENAJE				
Rendimiento	und/DIA	16	EQ.	16	Costo unitario directo por : und	46.22
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1	0.0500	27.65 1.38
0147010002	OPERARIO		hh	1.0	0.5000	21.27 10.64
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.5000	15.40 7.70
						19.72
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.5270	3.82 2.01
0265010023	TUBERIA DE FoGo 3"		m		1	23.50 23.50
						25.51
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5	19.72 0.99
						0.99







Partida	02.01.03	AFIRMADO				
Rendimiento	m3/DIA	400	EQ.	400	Costo unitario directo por : m3	84.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1	0.0200	27.65	0.55
0147010004	PEON	hh	6	0.1200	15.40	1.85
0147010020	CONTROLADOR	hh	1	0.0200	11.85	0.24
						<b>2.64</b>
<b>Materiales</b>						
0204000013	MATERIAL DE AFIRMADO	m3		1.3	55	71.50
0298010040	AGUA	m3		0.1200	14	1.68
						<b>73.18</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.64	0.13
0349030013	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-10(hm		1	0.0200	84.22	1.68
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 H(hm		1	0.0200	200.00	4.00
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1	0.0200	150.34	3.01
						<b>8.82</b>

Partida	03.01	FLETE TERRESTRE				
Rendimiento	GLB/DIA	1	EQ.	1	Costo unitario directo por : GLB	10,000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>						
0299010004	FLETE TERRESTRE	GLB		1	10,000	10,000
						<b>10,000</b>

CALCULO DE FLETE DE MATERIALES					
<b>1.- DATOS DEL TRANSPORTE</b>					
<b>A.- TRANSPORTE MATERIALES</b>					
Capacidad del camion	:	15.00	TON		
Capacidad del camion	:	15.00	M3		
Distancia Transp. insumos	:	135.00	km	Chiclayo - C. P. Palo Blanco	
Costo de viaje insumos	:	2045.80	S/. x Viaje	Incluido IGV	
<b>1.- DATOS GENERALES</b>					
<b>A.- POR PESO</b>					
<b>*Calculo del Peso de los insumos mas representativos</b>					
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD DE INSUMO	PESO UNITARIO (KG)	PESO TOTAL (KG)	
ACERO, ALAMBRES, CLAVOS	KG	25,560.00	1.00	25,560.00	
MADERA	P2	7,494.91	5.60	41,971.50	
YESO	BL	253.95	18.00	4,571.10	
OTROS	KG	14,420.52	1.00	14,420.52	
<b>PESO TOTAL</b>				<b>86,523.12</b>	

<b>*Calculo del costo de transporte por unidad de peso</b>					
<b>CONDICIONES DE CALCULO</b>		<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>		
1. Distancia de Transporte		135.00	km		
2. Velocidad de ida		50.00	km/hr		
3. Velocidad de vuelta		50.00	km/hr		
4. Tiempo de carguío		30.00	min		
5. Tiempo de descarga		30.00	min		
6. Porcentaje de Eficiencia		90.00	%		
7. Capacidad de transporte		15	Ton		
8. Número de cargadores		2.00	cargadores		
<b>RESULTADOS DE CALCULO</b>					
Ciclo de cargador		6.40	hr		
Nº de viajes		8.0	Vjs/dia		
Rendimiento por cargador		108.00	kg/dia		
Costo por viaje de cargador		400.00	soles/viaje		
Costo de Volquete por día		3,200.00	Soles/dia		
Costo de transporte x kg		59.26	soles/kg		
<b>B.- POR VOLUMEN</b>					
<b>*Calculo del Volumen de los insumos mas representativos</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE INSUMO</b>		
PIEDRA CHANCADA 1/2"		M3			
PIEDRA MEDIANA DE 6"		M3			
PIEDRA GRANDE		M3			
ARENA GRUESA		M3			
AFIRMADO		M3			
HORMIGON		M3			
<b>VOLUMEN TOTAL</b>			0.00		
<b>*Calculo del costo de transporte por unidad de volumen</b>					
<b>CONDICIONES DE CALCULO</b>		<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>		
COSTO DE TRANSPORTE DE AGREGADOS		0.00	S/. X m3		
<b>2.- FLETE TERRESTRE</b>					
<b>A.- CALCULO DEL FLETE TERRESTRE</b>					
<b>DESCRIPCION</b>		<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>COSTO DE TRANSPORTE</b>	<b>CANTIDAD DE INSUMO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
FLETE POR PESO		tn	136.39	86.52	S/. 11,800.46
FLETE POR VOLUMEN AGREGADOS		M3	0.00	0.00	S/. 0.00
FLETE POR VIAJE		VJE	2045.80	0.00	S/. 0.00
<b>COSTO TOTAL FLETE AFECTO A IGV</b>					11,800.46
<b>COSTO TOTAL FLETE NO AFECTO A IGV</b>					10,000.00

**NOTA:** El precio del cemento fue cotizados puesto en obra, los precios cotizados no incluyen IGV.

**NOTA:** Los precios de los agregados son cotizados puestos en obra, los precios cotizados no incluyen IGV.

Partida	<b>04.01</b>	<b>LINEAS CONTINUAS</b>				
Rendimiento	m/DIA	150	EQ.	150	Costo unitario directo por : m	15.52
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0107	27.65	0.30
0147010002	OPERARIO	hh	2	0.1067	21.27	2.27
0147010004	PEON	hh	2	0.1067	15.4	1.64
						<b>4.21</b>
<b>Materiales</b>						
0254110091	PINTURA DE TRAFICO	gln		0.0800	121.61	9.73
0254830004	DISOLVENTE	gln		0.0160	33.57	0.54
						<b>10.27</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	4.21	0.21
0348210057	EQUIPO DE PINTAR AIRLESS	hm	1	0.0533	15.5	0.83
						<b>1.04</b>
Partida	<b>04.02</b>	<b>PINTURA EN SARDINELES</b>				
Rendimiento	m/DIA	120	EQ.	120	Costo unitario directo por : m	16.95
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2	0.0133	27.65	0.37
0147010002	OPERARIO	hh	2	0.1333	21.27	2.84
0147010004	PEON	hh	2	0.1333	15.40	2.05
						<b>5.26</b>
<b>Materiales</b>						
0254110091	PINTURA DE TRAFICO	gln		0.0800	121.61	9.73
0254830004	DISOLVENTE	gln		0.0200	33.57	0.67
						<b>10.40</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5	5.26	0.26
0348210057	EQUIPO DE PINTAR AIRLESS	hm	1	0.0667	15.50	1.03
						<b>1.29</b>



Partida	04.04	SEÑALES INFORMATIVAS					
Rendimiento	und/DIA	1	EQ.	1	Costo unitario directo por : und		1,657.29
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2000	1.6000	27.65	44.24
0147010002	OPERARIO		hh	3	24	21.27	510.48
0147010003	OFICIAL		hh	3	24	17.06	409.44
							964.16
Materiales							
0202510016	PERNOS 3/8" x 8"		pza		8.0000	5.00	40.00
0202510017	PERNOS 1/4" x 3"		pza		8.0000	5.00	40.00
0203110006	LAMINA REFLECTIVA VERDE		m2		1.2700	80.00	101.60
0230320005	FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM. ACAB.		m2		1.2700	143.05	181.67
0230990008	SOLDADURA		kg		0.0800	12.23	0.98
0251020056	PLATINA DE FIERRO 1"x1/8"		m		1.0600	3.87	4.10
0251020057	ANGULO DE FIERRO 1"x1"x3/16"		m		2.6400	9.10	24.02
0254110090	PINTURA ESMALTE		gln		0.0700	66.77	4.67
0254110094	TINTA XEROGRAFICA NEGRA		gln		0.0030	1,180.06	3.54
0254830004	DISOLVENTE		gln		0.0100	33.57	0.34
							400.92
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	964.16	48.21
0349070050	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	hm		0.5	4.0000	61.00	244.00
							292.21

Partida	05.01	PROGRAMAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS,CORRECTIVAS Y COMPENSATORIA					
Rendimiento	GLB/DIA	1.5	EQ.	1.5	Costo unitario directo por : GLB		3,037.86
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ		hh	0.2	1.0667	27.65	29.49
0147010003	OFICIAL		hh	1	5.3333	17.06	90.99
0147010004	PEON		hh	4	21.3333	15.40	328.53
							449.01
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	449.01	22.45
0348110004	VOLQUETE DE 10 M3	hm		1	5.3333	120.00	640.00
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 Hl	hm		0.5000	2.6667	200.00	533.34
0349040037	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160	hm		1.0000	5.3333	261.20	1,393.06
							2,588.85

## 4.9.2. Desagregado de gastos generales

### GASTOS GENERALES

PROYECTO : DISEÑO DEL PUENTE PALO BLANCO

UBICACIÓN : PIURA-HUANCABAMBA-HUARMACA

FECHA : MAYO 2019

PLAZO : 6.00 MESES

COSTO DIRECTO : S/. 1,836,063.78

PRESUPUESTO : S/. 2,751,896.76

GASTOS GENERALES		17.01%	S/.	312,314.45
<b>01.00</b>	<b>GASTOS GENERALES FIJOS</b>	<b>3.89%</b>	<b>S/.</b>	<b>71,364.02</b>
01.01	CAMPAMENTOS Y OBRAS PROVISIONALES		S/.	21,320.00
01.02	EQUIPO NO INCLUIDO EN EL COSTO DIRECTO		S/.	47,000.00
01.03	GASTOS DE LICITACION		S/.	3,069.02
01.04	GASTOS DE LIQUIDACION		S/.	1,700.00
01.05	SENCICO 0.2%		S/.	3,672.13
<b>02.00</b>	<b>GASTOS GENERALES VARIABLES</b>	<b>13.12%</b>	<b>S/.</b>	<b>240,950.43</b>
02.01	DIRECCION TECNICA Y ADMINISTRATIVA		S/.	210,198.00
02.02	GASTOS FINANCIEROS		S/.	20,501.77
02.03	GASTOS POR SEGUROS		S/.	10,276.95

**01.00 GASTOS GENERALES FIJOS** S/. **71,389.02**

**01.01 CAMPAMENTOS Y OBRAS PROVISIONALES** S/. **21,320.00**

EQUIPO			P.U.	PARCIAL	
Construccion de Campamento	400.00	m2	24.80	9,920.00	9,920.00
Construccion de Patio de maquinas	900.00	m2	5.00	4,500.00	4,500.00
Mobiliario y Enceres	1.00	est.	4,000.00	4,000.00	4,000.00
Utiles de escritorio y oficina	1.00	est.	500.00	500.00	500.00
Copias e impresiones	1.00	est.	1,000.00	1,000.00	1,000.00
Cartel de identificacion de Obra	1.00	und	1,400.00	1,400.00	1,400.00

**01.02 EQUIPO NO INCLUIDO EN EL COSTO DIRECTO** S/. **47,000.00**

EQUIPO	CANT	MESES	S/. X MES	PARCIAL	TOTAL
Camioneta pick up 4x4	1.00	6.00	5,500.00	33,000.00	
Grupo Electrogenero	1.00	5.00	1,200.00	6,000.00	
Equipo de Computo	1.00	6.00	500.00	3,000.00	
Diseño de mezclas y Ensayos para Concreto	1.00			5,000.00	
					47,000.00

**01.03 GASTOS DE LICITACION** S/. **3,069.02**

EQUIPO	CANT	UND	PU	PARCIAL	TOTAL
Gastos de Licitacion, legal y notarial	1.00	Glb	3,069.02	3,069.02	
					3,069.02

**01.04 GASTOS DE LIQUIDACION** S/. **1,700.00**

EQUIPO	CANT	UND	PU	PARCIAL	TOTAL
Copias de plans y copias varias	1.00	Glb	1,500.00	1,500.00	
Servicios para oficina	1.00	Glb	200.00	200.00	
					1,700.00

**01.05 SENCICO 0.2%** S/. **3,672.13**

EQUIPO	CANT	UND	C.D.	PARCIAL	TOTAL
SENCICO	0.20	%	1,836,063.78	3,672.13	
					3,672.13

TOTAL DE GASTOS GENERALES FIJOS

S/. 71,389.02

PORCENTAJE DE GASTOS GENERALES FIJOS

3.89%



**02.00 GASTOS GENERALES VARIABLES****S/. 240,976.72****02.01 DIRECCION TECNICA Y ADMINISTRATIVA****S/. 210,198.00***02.01.01 PERSONAL TECNICO, ADMINISTRATIVO Y AUXILIAR**S/. 177,678.00*

PERSONAL	CANT	MESES	INCIDENCIA	SUELDO	PARCIAL	TOTAL
<u>EN OBRA</u>						
Ing. Residente	1.00	6.00	100.0%	9,000.00	54,000.00	
Ing. Asistente	1.00	6.00	100.0%	4,000.00	24,000.00	
Administrador	1.00	6.00	100.0%	3,000.00	18,000.00	
Almacenero	1.00	6.00	100.0%	1,500.00	9,000.00	
Guardian	1.00	6.00	100.0%	1,200.00	7,200.00	
Leyes Sociales			49.0%	112,200.00	54,978.00	
						167,178.0
<u>OFICINA CENTRAL</u>						
Ing. Coordinador	1.00	6.00	10.0%	10,000.00	6,000.00	
Contador	1.00	6.00	10.0%	6,000.00	3,600.00	
Secretaria	1.00	6.00	5.0%	2,000.00	600.00	
Alquiler y mantenimiento de oficina	1.00	6.00	5.0%	1,000.00	300.00	
						10,500.00

*02.01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DEL PERSONAL**S/. 1,920.00*

PERSONAL	CANT	PASAJES	PARCIAL	TOTAL
Ing. Residente	6.00	80.00	480.00	
Ing. Asistente	6.00	80.00	480.00	
Ing. Especialista Ambiental	6.00	80.00	480.00	
Administrador	6.00	80.00	480.00	
				1,920.00

*02.01.03 HOSPEDAJE**S/. 9,000.00*

DESCRIPCION	MESES	PU	PARCIAL	TOTAL
Alquiler de inmueble para Ingenieros	6.00	1,000.00	6,000.00	
Alquiler de inmueble para Personal Tecnico	6.00	500.00	3,000.00	
				9,000.00

*02.01.04 ALIMENTACION Y VIATICOS**S/. 21,600.00*

PERSONAL	CANT	COSTOSx DIA	PARCIAL	TOTAL
Ing. Residente	180.00	30.00	5,400.00	
Ing. Asistente	180.00	30.00	5,400.00	
Ing. Especialista Ambiental	180.00	30.00	5,400.00	
Administrador	180.00	30.00	5,400.00	
				21,600.00

**02.02 GASTOS FINANCIEROS****S/. 20,501.77****Costo posible S/. 2,751,896.76**

DESCRIPCION	TASA	MONTO APLICABLE	TIEMPO MESES	COMISIO N BANCO	TOTAL S/.
Garantia de fiel cumplimiento del contrato	10.00%	S/. 2,751,896.76	6.00	3.50%	4,815.82
Garantia de adelanto	20.00%	S/. 2,751,896.76	6.00	3.50%	9,631.64
Garantia de adelanto de materiales	40.00%	S/. 673,251.54	6.00	3.50%	4,712.76
Garantia Beneficios sociales trabajadores	2.50%	S/. 2,751,896.76	6.00	3.50%	1,203.95
ITF (0.005%)	0.005%	S/. 2,751,896.76			137.59

**TOTAL GASTOS FINANCIEROS****20,501.77  
1.12%****02.03 GASTOS POR SEGUROS****S/. 10,276.95**

DESCRIPCION	PRIMA	MONTO APLICABLE	DERECHO EMISION	TOTAL S/.
Seguro Compl. Trab. Riesgo (SCTR) Empleados	0.50%	S/. 167,178.00	3.00%	860.97
Seguro de Vida Ley	0.53%	S/. 167,178.00	3.00%	912.62
Seguro de Obra - CAR	0.30%	S/. 2,751,896.76	3.00%	8,503.36

**TOTAL GASTOS POR SEGUROS****10,276.95  
0.56%**

TOTAL DE GASTOS GENERALES VARIABLES	S/. 240,976.72
PORCENTAJE DE GASTOS GENERALES VARIABLES	13.12%



#### 4.9.4. Resumen del presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>PUENTE</b>				<b>1,734,688.67</b>
<b>01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>164,302.64</b>
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	60,469.73	60,469.73
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	25,395.00	3.13	79,486.35
01.01.03	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	757.00	10.08	7,630.56
01.01.04	LIMPIEZA DE CAUCE	m3	4,200.00	3.98	16,716.00
<b>01.02</b>	<b>ESTRIBOS</b>				<b>711,609.35</b>
01.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CON	m3	601.46	8.93	5,371.04
01.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA CON	m3	140.77	11.38	1,601.96
01.02.03	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA	m3	383.91	33.56	12,884.02
01.02.04	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>	kg	10,761.50	4.82	51,870.43
01.02.05	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	m2	287.80	77.95	22,434.01
01.02.06	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	m2	343.61	89.11	30,619.09
01.02.07	CONCRETO CICLOPEO $f_c=175$ Kg/cm <sup>2</sup> BAJO AGUA	m3	131.83	361.17	47,613.04
01.02.08	CONCRETO $f_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup> EN ZAPATAS BAJO AGUA	m3	369.12	455.59	168,167.38
01.02.09	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> EN ELEVACIONES	m3	148.23	451.34	66,902.13
01.02.10	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	601.46	64.97	39,076.86
01.02.11	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE	m3	2,899.83	87.77	254,518.08
01.02.12	TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL	m3	524.68	20.11	10,551.31
<b>01.03</b>	<b>VIGAS DE ACERO ESTRUCTURAL</b>				<b>604,613.14</b>
01.03.01	FABRICACION EN TALLER	ton	46.00	8,570.52	394,243.92
01.03.02	PINTURA ANTICORROSIVA	m2	675.50	52.19	35,254.35
01.03.03	PINTURA ESMALTE	m2	675.50	30.67	20,717.59
01.03.04	TRANSPORTE A OBRA	TKM	5,976.00	7.10	42,429.60
01.03.05	MONTAJE Y LANZAMIENTO	ton	46.00	2,434.08	111,967.68
<b>01.04</b>	<b>LOSA DE CONCRETO Y VEREDAS</b>				<b>104,123.70</b>
01.04.01	ENCOFRADO CARA VISTA	m2	376.50	88.07	33,158.36
01.04.02	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>	kg	6,867.50	5.11	35,092.93
01.04.03	CONCRETO $f_c=280$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	38.00	475.40	18,065.20
01.04.04	CONCRETO $f_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	19.50	424.31	8,274.05
01.04.05	RIEGO DE LIGA	m2	189.00	3.56	672.84
01.04.06	CARPETA ASFALTICA	m2	189.00	46.88	8,860.32
<b>01.05</b>	<b>LOSAS DE APROXIMACION</b>				<b>20,959.14</b>
01.05.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL	m3	18.00	11.16	200.88
01.05.02	ENCOFRADO CARA NO VISTA	m2	9.50	72.01	684.10
01.05.03	ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>	kg	2,973.50	5.11	15,194.59
01.05.04	CONCRETO $f_c=210$ Kg/cm <sup>2</sup>	m3	11.50	424.31	4,879.57
<b>01.06</b>	<b>VARIOS</b>				<b>129,080.70</b>
01.06.01	JUNTAS DE DILATAION	m	20.00	362.67	7,253.40
01.06.02	DISPOSITIVO DE APOYO	und	4.00	3,112.83	12,451.32
01.06.03	TUBOS DE DRENAJE	und	18.00	46.22	831.96
01.06.04	BARANDAS METALICAS	m	84.00	399.03	33,518.52
01.06.05	PRUEBA DE CARGA DE SUPER ESTRUCTURA	GLB	1.00	30,000.00	30,000.00
01.06.06	ACABADO DE VEREDA	m2	84.00	32.21	2,705.64
01.06.07	ENROCADADO DE PROTECCION	m3	610.50	69.32	42,319.86
<b>02</b>	<b>ACCESOS</b>				<b>77,859.11</b>
<b>02.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>77,859.11</b>
02.01.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	1,374.50	3.60	4,948.20
02.01.02	TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	711.00	69.81	49,634.91
02.01.03	AFIRMADO	m3	275.00	84.64	23,276.00
<b>03</b>	<b>FLETE</b>				<b>10,000.00</b>
03.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	10,000.00	10,000.00

04	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>10,478.14</b>
04.01	LINEAS CONTINUAS	m	208.00	15.52	3,228.16
04.02	PINTURA EN SARDINELES	m	104.00	16.95	1,762.80
04.03	SEÑALES PREVENTIVAS	und	2.00	1,086.30	2,172.60
04.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	1,657.29	3,314.58
05	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>3,037.86</b>
05.01	PROGRAMAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS,CORRECTIVAS Y COMPENSATORIAS	GLB	1.00	3,037.86	3,037.86

**COSTO DIRECTO** **1,836,063.78**

**GASTOS GENERALES (17.01%)** **312,314.45**

**UTILIDAD (10%)** **183,606.38**

**SUB TOTAL** **2,331,984.61**

**IGV (18%)** **419,757.23**

**TOTAL PRESUPUESTO** **2,751,741.84**

#### 4.9.5. Fórmula polinómica

Presupuesto: 0101003 DISEÑO DEL PUENTE PALO BLANCO

Sub presupuesto: 001 DISEÑO DEL PUENTE PALO BLANCO

Presupuesto fecha: 30/10/2019

#### Fórmula Polinómica - Agrupamiento Preliminar

Indice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.258	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	2.639	14.796	+02+51+54+56+65
04	AGREGADO FINO	11.981	16.274	+05+13
05	AGREGADO GRUESO	3.893	0.000	
13	ASFALTO	0.400	0.000	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	5.234	5.407	+28
28	DINAMITA	0.173	0.000	
29	DOLAR	3.233	0.000	
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	3.142	0.000	
32	FLETE TERRESTRE	4.838	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	1.300	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	21.606	27.981	+30+29
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	1.798	0.000	
45	MADERA TERCIADE PARA ENCOFRADO	0.282	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	16.768	20.198	+72+37+45+43
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	2.833	0.000	
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	7.594	15.344	+48+32+53
51	PERFIL DE ACERO LIVIANO	0.005	0.000	
53	PETROLEO DIESEL	0.079	0.000	
54	PINTURA LATEX	1.976	0.000	
56	PLANCHA DE ACERO LAC	9.695	0.000	
65	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GALVANIZADO	0.223	0.000	
72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA	0.050	0.000	
<b>Total</b>		<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	

### Fórmula Polinómica

$$K = 0.202 \cdot (J_r / J_o) + 0.202 \cdot (A_{Cr} / A_{Co}) + 0.153 \cdot (E_{Ir} / E_{Io}) + 0.163 \cdot (A_{Gr} / A_{Go}) + 0.280 \cdot (G_{Gr} / G_{Go})$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.202	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.202	73.267	AC	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
		26.733		21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.153	100.000	EI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
4	0.163	100.000	AG	04	AGREGADO FINO
5	0.280	100.000	GG	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

### 4.9.6. Relación de Insumos y Equipo mínimo

Relación de Insumos, Equipos y Mano de Obra			
Ítem	Recurso	Unidad	Cantidad
MANO DE OBRA			
1.00	SOLDADOR	hh	552.0000
2.00	TECNICO CALDERERO	hh	184.0000
3.00	TECNICO (CONTROL DE CALIDAD)	hh	184.0000
4.00	TECNICO	hh	92.0000
5.00	CAPATAZ	hh	694.5300
6.00	OPERARIO	hh	2,957.9300
7.00	OFICIAL	hh	3,621.2800
8.00	PEON	hh	13,746.0200
9.00	CORTADOR	hh	368.0000
10.00	CONTROLADOR	hh	5.5000
11.00	TOPOGRAFO	hh	406.3200
MATERIALES			
12.00	CLAVOS	kg	349.2800
13.00	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	754.5400
14.00	ALAMBRE NEGRO N°8	kg	222.3100
15.00	PERNOS TUERCAS Y ARANDELAS A-325	und	460.0000
16.00	ACERO ESTRUCTURAL A-36	kg	3,078.0000
17.00	ACERO ESTRUCTURAL GRADO 50	ton	48.3000
18.00	PERNOS	kg	172.2800
19.00	PERNOS 3/8" x 8"	pza	20.0000
20.00	PERNOS 1/4" x 3"	pza	20.0000
21.00	ACERO CORRUGADO GRADO 60 ASTM A615	kg	20,983.4300
22.00	LAMINA REFLECTIVA VERDE	m2	10.5400
23.00	ARENA	m3	148.6100
24.00	ARENA GRUESA	m3	360.9400
25.00	PIEDRA CHANCADA	m3	542.0900
26.00	MATERIAL DE RELLENO	m3	3,769.7800
27.00	MATERIAL DE PRESTAMO	m3	924.3000
28.00	MATERIAL DE AFIRMADO	m3	357.5000
29.00	PIEDRA SELECCIONADA	m3	610.5000

Relación de Insumos, Equipos y Mano de Obra				
Ítem	Recurso	Unidad	Cantidad	
30.00	ASFALTO MC-30	gln	47.2500	
31.00	CARPETA ASFALTICA EN FRIO	m2	11.8100	
32.00	YESO	BOL	253.9500	
33.00	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	6,107.4700	
34.00	MECHA DE SEGURIDAD IMPERMEABLE BLANCA	m	383.9100	
35.00	DINAMITA	kg	383.9100	
36.00	FULMINANTE COMUN # 6 DE 35 mm	pza	95.9800	
37.00	ADITIVO PLASTIFICANTE	kg	879.5300	
38.00	OXIGENO	m3	715.2000	
39.00	ACETILENO	m3	238.4000	
40.00	DISCO DE DESBASTE 1/4" x 7"	pza	92.0000	
41.00	NEOPRENO	und	4.0000	
42.00	CABLE DE ACERO DE 1"	m	46.0000	
43.00	BARRENO DE 7/8" x 5 PIES	und	6.5300	
44.00	ADITIVO EPOXICO	kg	12.7200	
45.00	LACA DESMOLDEADORA	gln	72.0100	
46.00	FIBRA DE VIDRIO DE 4 MM. ACABADO	m2	3.6700	
47.00	SOLDADURA	kg	4,998.3200	
48.00	SOPORTE DE ESPUMAS	m3	0.4000	
49.00	SELLANTE PARA JUNTAS	ctcho	40.0000	
50.00	MADERA	p2	7,494.9100	
51.00	TRIPLAY DE 19 MM.	pln	66.6900	
52.00	TORRE METALICA	GLB	46.0000	
53.00	PLATINA DE FIERRO 1"x1/8"	m	4.2400	
54.00	ANGULO DE FIERRO 1"x1"x3/16"	m	10.5600	
55.00	PETROLEO	gln	29.7300	
56.00	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln	83.8000	
57.00	PINTURA ESMALTE	gln	0.2800	
58.00	PINTURA DE TRAFICO	gln	24.9600	
59.00	TINTA XEROGRAFICA NEGRA	gln	0.0100	
60.00	PINTURA ANTICORROSIVA ZINC INORGANICO	gln	37.5600	
61.00	PINTURA ESMALTE EPOXICO	gln	53.3600	
62.00	PINTURA POLYURETHANE BICOMPONENTE	gln	44.9700	
63.00	DILUYENTE	gln	45.9000	
64.00	DISOLVENTE	gln	5.4500	
65.00	TUBERIA DE FIERRO NEGRO 4"	m	92.4000	
66.00	TUBERIA DE FoGo 3"	m	18.0000	
67.00	TUB. PVC 3/4"	m	328.9100	
68.00	AGUA	m3	565.4400	
69.00	FLETE TERRESTRE	GLB	1.0000	
	EQUIPOS			
70.00	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		
71.00	BANCO DE TRABAJO	%IN		
72.00	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3	hm	303.8900	
73.00	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	273.2200	

<b>Relación de Insumos, Equipos y Mano de Obra</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
74.00	EQUIPO DE OXICORTE	hm	493.6000
75.00	MOTOBOMBA 34 HP 8"	hm	194.1700
76.00	COCINA DE ASFALTO 320 GLNS	hm	0.7600
77.00	VOLQUETE DE 10 M3	hm	61.3200
78.00	EQUIPO DE PINTAR AIRLESS	hm	175.2700
79.00	TOLVA PARA ARENADO	hm	36.0000
80.00	TIRFOR DE 5 TON.	hm	184.0000
81.00	GATAS DE 50 TN.	hm	552.0000
82.00	RODILLOS	hm	184.0000
83.00	TECLE DE 5 TON.	hm	552.0000
84.00	ESTACION TOTAL	hm	406.3200
85.00	NIVEL DE INGENIERIA	hm	406.3200
86.00	COMPRESORA NEUMATICA 175 PCM, 76 HP	hm	157.2400
87.00	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	11.8200
88.00	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 5.8 HP	hm	1,881.6800
89.00	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	25.4300
90.00	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	24.9600
91.00	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	40.7200
92.00	RETROEXCAVADOR S/ORUG 80-110 HP	hm	43.7800
93.00	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	64.1300
94.00	MARTILLO NEUMATICO DE 29 Kg.	hm	11.8200
95.00	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	303.8900
96.00	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	hm	505.6000
97.00	MONTACARGA 80 HP 5 TON	hm	184.0000
98.00	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	25.4300
99.00	CAMION IMPRIMADOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	hm	0.7600
100.00	GRUA HIDRAULICA AUTOP. 127HP 18TON-9M.	hm	184.0000
101.00	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE 8"	hm	5.6300

<b>RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Recurso</b>	<b>Cantidad</b>
1.00	CAMION IMPRIMADOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	1.00
2.00	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	1.00
3.00	COCINA DE ASFALTO 320 GLNS	1.00
4.00	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 5.8 HP	1.00
5.00	COMPRESORA NEUMATICA 175 PCM, 76 HP	1.00
6.00	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	1.00
7.00	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE 8"	1.00
8.00	EQUIPO DE OXICORTE	1.00
9.00	EQUIPO DE PINTAR AIRLESS	1.00
10.00	ESTACION TOTAL	2.00
11.00	GATAS DE 50 TN.	8.00
12.00	GRUA HIDRAULICA AUTOP. 127HP 18TON-9M.	1.00
13.00	MARTILLO NEUMATICO DE 29 Kg.	1.00
14.00	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3	1.00
15.00	MONTACARGA 80 HP 5 TON	1.00



RELACIÓN DE EQUIPO MÍNIMO		
Ítem	Recurso	Cantidad
16.00	MOTOBOMBA 34 HP 8"	1.00
17.00	MOTONIVELADORA DE 125 HP	1.00
18.00	MOTOSOLDADORA DE 250 AMP.	1.00
19.00	NIVEL DE INGENIERIA	2.00
20.00	RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	1.00
21.00	RETROEXCAVADOR S/ORUG 80-110 HP	1.00
22.00	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	1.00
23.00	RODILLOS	8.00
24.00	TECLE DE 5 TON.	2.00
25.00	TIRFOR DE 5 TON.	2.00
26.00	TOLVA PARA ARENADO	1.00
27.00	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	1.00
28.00	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	1.00
29.00	VOLQUETE DE 10 M3	2.00
30.00	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	1.00

## V. DISCUSIÓN

Dada la necesidad de la construcción de un Puente sobre el río Palo Blanco que una a las ciudades de Palo Blanco, distrito de Huarmaca, Provincia de Huancabamba con el Distrito de Olmos, Lambayeque, esto garantizará el tránsito fluido durante cualquier época del año, lo cual no ocurre actualmente debido a que en épocas de lluvia, el río, que actualmente funciona como un badén, llega a niveles de agua que impiden el normal tránsito hasta por periodos de 2 meses, obligando a los transportistas a usar rutas alternas ocasionando el aumento de las tarifas en el transporte; asimismo, la ejecución de esta obra ayudara al cierre de brechas de infraestructura vial nacional.

El objeto del presente proyecto es proporcionar los estudios y análisis necesarios para la ejecución del puente Palo blanco según las consideraciones del manual de puentes.

Debido a la gran diversidad de relieves de nuestro país y con la finalidad de determinar la zona de ubicación óptima del Puente es necesario la realización de los estudios de Topografía, Hidrología e Hidráulica, tomando en cuenta las consideraciones dadas por el Manual de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Con la finalidad de conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo para el diseño de la cimentación es necesario realizar el Estudio de Mecánica de Suelos, aplicando las Normas Técnicas Peruanas y el Manual de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para determinar los caudales de avenida se tuvo la necesidad de realizar los estudios de hidrología e hidráulica, se empleó como estación pluviométrica de referencia a la estación Porculla, ubicada a 2142 msnm.

Es necesario realizar el diseño de subestructura y la superestructura, para lo cual debemos determinar el tipo de dichos elementos que nos garantice la economía, durabilidad y seguridad de la obra.

Es necesario realizar el análisis de agua del cauce del río y de los materiales de la cantera localizada cerca de la zona de ejecución del proyecto con la finalidad de economizar los costos en los transportes de material de préstamo.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado, se concluye que es de suma importancia la construcción del Puente Palo Blanco sobre el río Palo Blanco.

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona, así como los estudios de hidrología e hidráulica donde se obtuvieron los niveles de las avenidas máximas de agua y las socavaciones que estas podrían producir, con estos datos se determinó la ubicación óptima del Puente y los accesos.

Se realizaron 02 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV's), en ambas márgenes del río Palo Blanco, alcanzando una extensión máxima de línea de corriente de 92.84 m, 46.42 m por lado y con una variación de 17 y 28 metros de profundidad de exploración. De nuestro perfil estratigráfico del estudio de mecánica de suelos, podemos observar que entre 1.5 y 3 metros de profundidad se obtiene un material compacto donde podremos cimentar.

Como resultado del estudio de hidrología e hidráulica se obtuvieron los caudales de avenida para la quebrada del río Palo Blanco estimados en la sección del puente, estos ascienden a 313.08 m<sup>3</sup>/s y 397.55 m<sup>3</sup>/s para los periodos de retorno de 140 y 500 años respectivamente; se determinó la socavación para un periodo de retorno de 500 años, el resultado obtenido de este estudio es de 0.90 m de socavación general; y en lo que respecta a la socavación local es de 0.5 m y 3.40 m para el estribo izquierdo y derecho respectivamente.

Se realizó el diseño de la subestructura, considerándose estribos en voladizo de 9.5m de altura de concreto armado en ambos márgenes, tal como se muestra en los Planos E-02 y E-03 y, se realizó el diseño de la superestructura considerando una sección compuesta con vigas metálicas de 1.800 m de altura y una losa de concreto armado de 0.20 m de espesor con distribución de acero principal perpendicular al tráfico, como se muestra en los Planos E-04 y E-05.

Los resultados de los ensayos químicos realizados en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (ve anexos, documento N° 1.4) presentan valores que no limitan su uso como fuente de agua para la elaboración del concreto (MTC E 716 – parámetros del agua) y los resultados de los ensayos realizados sobre las muestras de la cantera identificada, se encuentra en anexos, documentos N° 1.5 y N° 1.6 siendo el diseño de mezcla recomendado para este proyecto. Y en lo que respecta a los ensayos para la muestra de afirmado se pueden apreciar en anexos, documentos N° 17.

Realizados los estudios ambientales, es poco probable que el área de influencia se encuentre material arqueológico al momento de hacer las excavaciones de las zapatas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la inclusión de la ejecución del Puente Palo Blanco en la programación Multianual de Inversiones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones con el fin de obtener la certificación presupuestaria para la ejecución de la mencionada obra.

Se recomienda la construcción del Puente y de los accesos respetando la ubicación proporcionada por el presente estudio.

Se recomienda cimentar sobre el estrato de material compacto localizado en el estudio de Mecánica de Suelos mediante los Sondajes Eléctricos Verticales (SEV's).

Se recomienda la construcción de un enrocado de protección con la finalidad de proteger a los estribos de los efectos de socavación.

Se recomienda cimentar en la cota 302.57 msnm en ambos estribos y se recomienda la verificación de la fabricación de las vigas metálicas mediante las diferentes pruebas de soldadura (Prueba de rayos X, ultrasonido, líquidos penetrantes, etc.) así como la ejecución secuencial de la superestructura y la prueba de carga al finalizar la obra.

Se recomienda el uso del agua del cauce del río Palo blanco y de los materiales de la cantera identificada para las diferentes obras civiles.

## VIII. LISTA DE REFERENCIAS

### Bibliografías

- [1] Andina. (27 de octubre del 2017). Estas son las cifras de víctimas y destrucción que dejó el Niño Costero en 2017 en el Perú. [Online]. <https://rpp.pe/politica/gobierno/estas-son-las-cifras-oficiales-que-dejo-la-emergencia-por-el-nino-costero-a-nivel-nacional-noticia-1085350>.
- [2] O. Vargas Avendaño. *PROVIAS NACIONAL – MTC PROGRAMA DE PUENTES* -. Lima. Julio de 2012.
- [3] Gestión. (25 de febrero del 2018). MTC destinará más de s/ 1,586 millones para reconstrucción de puentes y carreteras el 2018. [Online]. <https://gestion.pe/economia/mtc-destinara-s-1-586-millones-reconstruccion-puentes-carreteras-2018-228068>.
- [4] R. Zapata. (14 de Marzo del 2017). Piura: Son más de 13 mil damnificados por lluvias intensas. [Online]. <https://elcomercio.pe/peru/piura/piura-son-13-mil-damnificados-lluvias-intensas-144852>.
- [5] R. Tocto Chinchay. (20 de abril del 2017). Piura: Lluvia interrumpe carretera y activa quebradas en Huarmaca. [Online]. <https://rpp.pe/peru/piura/lluvia-interrumpe-carretera-y-activa-quebradas-en-huarmaca-noticia-1045272>.
- [6] Ministerio de Transporte y Comunicaciones. *Manual de Puentes*. Perú. 2018.
- [7] Instituto Hidráulica, Hidrología e Ing. Sanitaria Universidad de Piura. *Balance Hídrico superficial de la cuenca del Río Cascajal*. Perú. 1995.
- [8] Ministerio de Transporte y Comunicaciones. *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Perú. 2012.
- [9] M. Cubas Armas. “Elaboración de mapas temáticos usando datos de precipitación y temperatura en el departamento de Lambayeque”. Tesis profesional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú. 2006.
- [10] T.Alfaro Abanto. *Diseño de defensas ribereñas, Manual River*. Perú.
- [11] M. Pacheco Acosta y B. Pérez de Merino. “Efecto de alteración hidrotermal en las propiedades físicas y mecánicas de la roca; caso de estudio: plataforma de pozo y planta geotérmica. Diplomado en geotermia para américa latina. Universidad de El Salvador Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Posgrado. El salvador. 2017.
- [12] C. Alvarado, *Análisis y Diseño de Puentes Según AASHTO con aplicación del SAP 2000 (ICG) – LRFD*. 1era edición. Lima- Perú. 2008.

[13] R. Sonos Huarcaya. “Diseño y elaboración del expediente técnico del puente carrozable para el caserío de Puchaca Bajo”. Tesis Profesional Universidad Santo Toribio de Mogrovejo. Perú. 2017.

[14] M. Auge. “Métodos geo eléctricos para la prospección de agua subterránea”. <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/ProspeccGoelec.pdf>. (Acceso: 27 de mayo de 2019).

[15] Ministerio del ambiente. *Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental y su reglamento*. Perú. 2011.

[16] Manual de carreteras. *Especificaciones técnicas generales para construcción*. Perú. 2013.

[17] Juan. “Desarrollo de plazas de peaje ramiro priale”. <https://es.scribd.com/document/375921052/Eet-Estructuras-Metalicas-1>. (Acceso: 9 de abril del 2018).

[18] M.E.F. (Ministerio de economía y Finanzas). Mejoramiento y rehabilitación de camino vecinal Uchpapampa- Marias – Maynas – Gorgor”. [http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/foniprel/Exposicion\\_TALLER\\_16\\_04\\_12/Auxiliares%20seguimiento/estudio/ESTUDIO%20DE%20PREINVERSION/PDF%20MARIAS%20UCHPAPAMPA/06%20ESPECIFICACIONES%20TECNICAS%20MARIAS.pdf](http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/foniprel/Exposicion_TALLER_16_04_12/Auxiliares%20seguimiento/estudio/ESTUDIO%20DE%20PREINVERSION/PDF%20MARIAS%20UCHPAPAMPA/06%20ESPECIFICACIONES%20TECNICAS%20MARIAS.pdf). (Acceso: 31 de mayo del 2019).

[19] J. Goicochea Horna. “Diseño del mejoramiento y ampliación de la carretera que une los tramos la Tuna- la Cortadera, distrito de Huaranchal, provincia de Otuzco, La Libertad”. Tesis profesional Universidad César Vallejo. Trujillo. Perú. 2017.

Sitios web

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=data-historica>

<http://www.geogpsperu.com/2014/02/descargar-cuencas-hidrograficas-del.html>

# **IX. ANEXOS**

## **ANEXO N° 1: DOCUMENTOS**

### **DOCUMENTO N° 1.1: Carta a la Municipalidad de Huarmaca**



"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Chiclayo, 12 de Junio del 2018

SEÑOR:

SANTOS FELIZARDO CUZQUE CRIZANZO

Alcalde de la Provincia de Huarmaca

**ASUNTO:** SOLICITO CONSTANCIA DE LIBRE DISPONIBILIDAD DE TERRENO

**REFERENCIA:** Proyecto de Tesis denominado:

"Diseño definitivo del Puente Palo Blanco"

De nuestra consideración:

Es grato dirigirme a su digno despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil – Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "*Diseño definitivo del Puente Palo Blanco*", ubicado en el centro poblado *Palo Blanco*, distrito de *Huarmaca*, provincia de *Huancabamba*, departamento de *Plura*, motivo por el cual solicitamos a su digno despacho una **CONSTANCIA** que indique la no existencia de un estudio definitivo del proyecto mencionado y la libre disponibilidad del terreno, para que de esta manera, mi proyecto de tesis sea aceptado.

Sin otro particular, quedo a la espera de su atenta respuesta.

Atentamente:

Neisser Eric Vásquez Limo

DNI: 76755661

Número de celular: 990573476 – Correo Electrónico: neisser\_12\_0@hotmail.com



**DOCUMENTO 1.2: Carta a la PROVIAS NACIONAL SEDE PIURA - MTC**

"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Chiclayo, 12 de Junio del 2018

SEÑOR:

Ing. Carlos Edgardo Jacinto Ubillus

Jefe de la unidad Zonal de Piura

PROVIAS DESCENTRALIZADO - MTC

**ASUNTO:** SOLICITO CONSTANCIA DE LIBRE DISPONIBILIDAD DE TERRENO

**REFERENCIA:** Proyecto de Tesis denominado:

"Diseño definitivo del Puente Palo Blanco"

De nuestra consideración:

Es grato dirigirme a su digno despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil – Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "*Diseño definitivo del Puente Palo Blanco*", ubicado en el centro poblado *Palo Blanco*, distrito de *Huarmaca*, provincia de *Huancabamba*, departamento de Piura, motivo por el cual solicitamos a su digno despacho una **CONSTANCIA** que indique la no existencia de un estudio definitivo del proyecto mencionado y la libre disponibilidad del terreno, para que de esta manera, mi proyecto de tesis sea aceptado.

Sin otro particular, quedo a la espera de su atenta respuesta.

Atentamente:

Neisser Eric Vásquez Limo

DNI: 76755661

Número de celular: 990573476 – Correo Electrónico: neisser\_12\_0@hotmail.com

**DOCUMENTO N° 1.3: Constancias de no existencia del proyecto definitivo de Puente  
Palo Blanco**



Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**CARTA No. 002 -2018-MTC/21.PIU.**

Piura, 14 de Junio del 2018

Señor:

**Neisser Eric Vásquez Limo**

Estudiantes de Ingeniería Civil – Ambiental

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT).

Chiclayo.

Asunto : Proyecto de Tesis.- Diseño Definitivo Puente Palo Blanco

Referencia : Carta del 12/06/2018 NEVL.

---

Me dirijo a usted, para manifestarle en respuesta a su documento señalado en la referencia, que encontramos conforme su propuesta de la realización de manera voluntaria del diseño definitivo del Puente Palo Blanco, teniendo en cuenta los problemas ocasionados por el fenómeno El Niño.

Para tal efecto, ponemos a su disposición la información que considere conveniente para la elaboración de su investigación.

Finalmente le informamos que a la fecha dicho puente **NO** cuenta con expediente técnico de manera definitiva.

Atentamente,

ing. Carlos Jacinto Ubillus  
Coordinador Zonal Piura  
PROVIAS DESCENTRALIZADO

## DOCUMENTO N° 1.4: Declaración jurada del proyecto de tesis

**DECLARACIÓN JURADA**

Yo **Neisser Eric Vásquez Limo** con DNI N°76755661, declaro BAJO JURAMENTO que el proyecto de tesis denominado **ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO, DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE IPIURA, 2018**, no ha sido desarrollado por otra institución, por lo cual firmo el siguiente documento en señal de veracidad.

Es todo lo que tengo que declarar en estricto honor a la verdad

Neisser E. Vásquez Limo

Estudiante de Ingeniería Civil Ambiental

SOLO SE LEGALIZA LAS: FIRMA(S) SIN ASUMIR RESPONSABILIDAD SOBRE EL CONTENIDO DEL DOCUMENTO (ARTICULO 108 DECRETO LEGISLATIVO N° 1649)

CERTIFICO: QUE LA FIRMA QUE ANTECEDE CORRESPONDE A: Neisser Eric Vásquez Limo

IDENTIFICADO CON: DNI: 76755661

CHICLAYO, 22 DE Junio DEL 2018

Chiclayo, Junio del 2018



**CÉSAR ENRIQUE DELGADO PÉREZ**  
ABOGADO - NOTARIO DE CHICLAYO

**DOCUMENTO 1.5: Análisis físico químico del agua de Rio Palo Blanco**

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**UNIDAD DE SERVICIOS TÉCNICOS**

**REPORTE DE ANALISIS N°40- 2018 – UST - FIQIA**

04 de Octubre 2018

SOLICITANTE : NEISSER ERIC VASQUEZ LIMO.  
 ASUNTO : ANALISIS FISICO QUIMICO  
 MUESTRA : AGUA DE RIO PALO BLANCO  
 TIPO DE USO : PARA CONSTRUCCIÓN  
 UBICADO : DISTRITO DE HUARMACA PROVINCIA DE HUANCABAMBA  
 DPTO. DE PIURA  
 PROYECTO : TESIS

FECHA DE REPORTE: 04/ 10/ 2018

**RESULTADO DEL ANALISIS FISICO QUIMICO**

Determinación	Medida	Resultados
PH	Unidades	8
Cond. Eléctrica	uS / cm	1090.00
Alcalinidad	Ppm	188.00
Cloruros	Ppm	191.70
Sulfatos	Ppm	182.40

Conclusiones: Los resultados del análisis físico químico del agua de Rio Blanco son los que se indican

**Ing. Enrique Montejo Pinillos**  
**Analista**





## DOCUMENTO N° 1.6: Resultados del diseño de mezcla



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL - AMBIENTAL  
 TESISTA : NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO

TESIS : ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO.

Ubicación : DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA,  
 DEPARTAMENTO DE PIURA.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**CEMENTO:**

- 1.- Tipo de cemento : Tipo MS Pacasmayo  
 2.- Peso específico : 2990 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :****Agregado fino :**

Cantera : Rio Palo Blanco

- |                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.497 gr/cm <sup>3</sup>  |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.5176 gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1752 Kg/m <sup>3</sup>    |
| 4.- Peso unitario compactado       | 1992 Kg/m <sup>3</sup>    |
| 5.- % de absorción                 | 0.8 %                     |
| 6.- Contenido de humedad           | 2.0 %                     |
| 7.- Módulo de fineza               | 2.881                     |

**Agregado grueso :**

Cantera : Rio Palo Blanco

- |                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.695 gr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.720 gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1558 Kg/m <sup>3</sup>   |
| 4.- Peso unitario compactado       | 1733 Kg/m <sup>3</sup>   |
| 5.- % de absorción                 | 0.9 %                    |
| 6.- Contenido de humedad           | 1.3 %                    |
| 7.- Tamaño máximo                  | 1 1/2" Pulg.             |
| 8.- Tamaño máximo nominal          | 1" Pulg.                 |

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.8	99.2
N° 04	5.5	93.7
N° 08	10.1	83.6
N° 16	14.2	69.4
N° 30	27.4	42.0
N° 50	23.9	18.1
N° 100	13.2	5.0
Fondo	5.0	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	18.1	81.9
3/4"	17.9	64.0
1/2"	24.8	39.2
3/8"	10.4	28.7
N° 04	15.9	12.8
N° 08	6.4	6.5
N° 16	6.4	0.1
Fondo	0.1	0.0

*Rivendey Obitas Jén*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## DOCUMENTO N° 1.6 CONTINUACIÓN: Resultados del diseño de mezcla



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú**

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL - AMBIENTAL  
 TESIS : NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO

UBICACIÓN : ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO.

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA.

## Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2326 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia promedio a los 3 días	:	136 Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 3 días	:	48 %
Resistencia promedio a los 7 días	:	186 Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 7 días	:	67 %
Factor cemento por M <sup>3</sup> de concreto	:	11 bolsas/m <sup>3</sup>
Relación agua cemento de diseño	:	0.465

## Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	478 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo M5 Pacasmayo
Agua	222 L	: Potable de la zona
Agregado fino	574 Kg/m <sup>3</sup>	: Río Palo Blanco
Agregado grueso	1052 Kg/m <sup>3</sup>	: Río Palo Blanco

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.2	2.2	19.8	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.00	1.0	2.1	19.8	Lts/pie <sup>3</sup>

  
 Ricardo Obías Jara  
 TECNICO DE LABORATORIO

## DOCUMENTO N° 1.7: Ensayo de afirmado

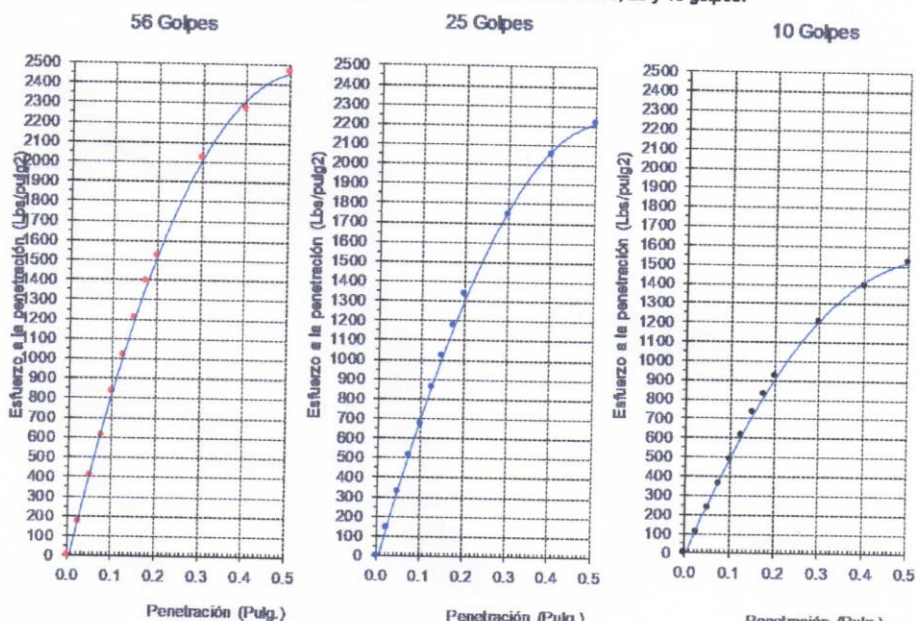


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
PAVIMENTOS  
Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL - AMBIENTAL  
TESISTA : NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO  
TESIS : ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO.  
Ubicación : DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA  
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Cantera Olmos  
Muestra : Afirmado

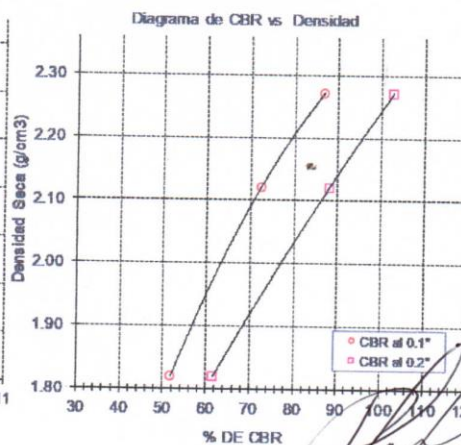
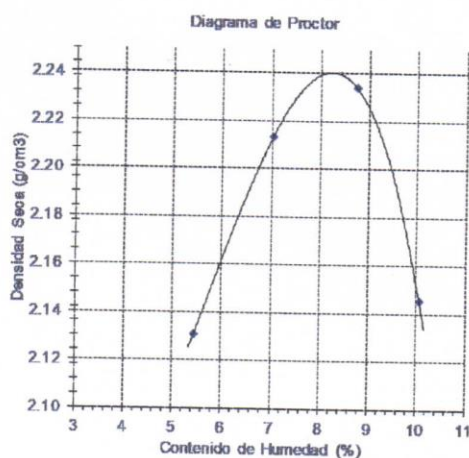
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A: 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	2.240 g/cm³
Óptimo contenido de humedad	8.2 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	86.8	2.271	1.2	0.1"	100	84.4
02	25	72.4	2.121	1.0	0.1"	95	72.9
03	10	51.9	1.820	0.9	0.2"	100	99.7
					0.2"	95	88.7



Rubén Obdinas 101  
TÉCNICO DE LABORATORIO



## DOCUMENTO N° 1.8: Ensayo de afirmado



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA	: INGENIERIA CIVIL - AMBIENTAL
TESISTA	: NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO
TESIS	: ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO.
Ubicación	: DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA.
ENSAYO	: SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
NORMA DE REFERENCIA	: N.T.P. 399.128 : 1999 : N.T.P. 399.131 : N.T.P. 339.127 : 1998

Cantera: Olmos

**Muestra: M-1**

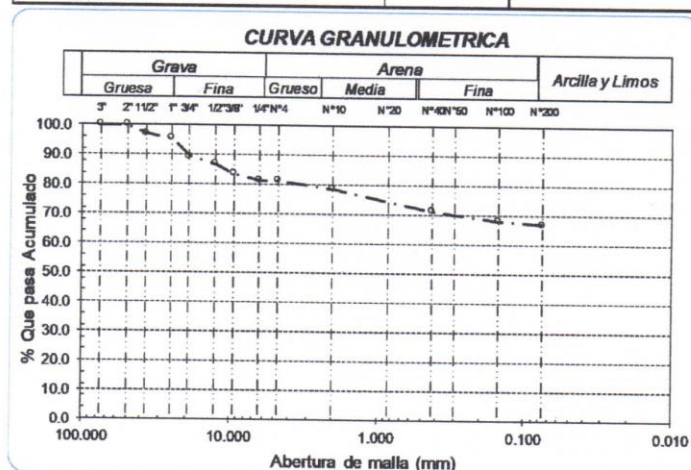
Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	2.9	97.1
1"	25.000	4.5	95.5
3/4"	19.000	10.6	89.4
1/2"	12.500	13.1	86.9
3/8"	9.500	16.4	83.6
1/4"	6.300	18.7	81.3
Nº 4	4.750	18.7	81.3
Nº 10	2.000	21.3	78.7
Nº 20	0.850	25.4	74.6
Nº 40	0.425	28.6	71.4
Nº 50	0.300	29.8	70.2
Nº 100	0.150	31.8	68.2
Nº 200	0.075	33.0	67.0

Distribución granulométrica		
% Grava	G.G. %	10.6
	G. F %	8.1
% Arena	A.G %	2.6
	A.M %	7.3
	A.F %	4.4
% Arcilla y Limo		67.0
Total		100.0

Ensayo de Límite de Atterberg		
Límite líquido (LL)	30.04	(%)
Límite Plástico (LP)	16.34	(%)
Índice Plástico (IP)	13.70	(%)
Clasificación (S.U.C.S.)		CL
Descripción del suelo		
Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena		
Clasificación (AASHTO)		A-6 (8)
Descripción		
MALO		



Rubendeyro Obillas Jell  
TÉCNICO DE LABORATORIO



## DOCUMENTO N° 1.9: Ensayo de afirmado



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA: NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO  
 TESIS: ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PUENTE PALO BLANCO.  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA.

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : NTP 400.022

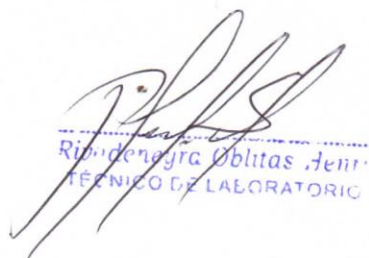
Cantera : Río Palo Blanco

Muestra : Afirmado

A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm <sup>3</sup>	1.97
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	1.98
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm <sup>3</sup>	1.99
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	0.53

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)

  
 Ricardo Oblitas Jent  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**ANEXO N° 02: TABLAS****TABLA N° 2.1: POBLACIÓN ADELAÑA AL CASERIO PALO BLANCO.**

DISTRITO: Huarmaca

% DE CRECIMIENTO = 11.90

NUM.	CASERIO Y/O ANEXO	POBLACION		
		HOMBRE	MUJER	TOTAL
	<b>VILLA</b>			
1	Huarmaca	638	687	1325
	<b>CASERIO</b>			
1	Algarrobo	102	114	216
2	Alto Miraflores	46	38	84
3	Animas	185	167	352
4	Antiguo	7	6	13
5	Antiguo Hualapampa	9	10	19
6	Camaruran	36	36	72
7	Carrizal	43	54	97
8	Chalpa	98	114	212
9	Chamana	129	119	248
10	Chignia baja	151	126	277
11	Chinche	115	91	206
12	Chirmoyirca	9	8	17
13	Chococa	85	88	173
14	Chonta	208	190	398
15	Chucuyuc	68	76	144
16	Congona	97	85	182
17	Coyunayu	121	121	242
18	Cruz de Chalpon	132	132	264
19	Cuchupampa	154	153	307
20	Cuello de Parcuca	120	130	250
21	El Cedro	106	117	223
22	El Milagro	53	57	110
23	El palto	25	19	44
24	El pasaje	182	167	349
25	El progreso	129	120	249
26	El Tigre	62	82	144
27	El trapiche	44	65	109
28	Eucalipto	194	186	380
29	Falso corral	135	125	260
30	Giroquingray	64	63	127
31	Gualangayoc	128	98	226
32	Higuiron pampa	98	100	198
33	Hinton	316	351	667
34	Hualapmapa alto	125	134	259
35	Huayaba	15	12	27
36	Humedal	3	6	9
37	Jacapampa	129	150	279
38	Jajan	109	97	206
39	La chignia alta	93	73	166
40	La loma	184	197	381
41	La luquirca	56	74	130
42	La playa	254	260	514
43	La rinconada	201	199	400
44	La tiza	143	152	295
45	Laguna de paltama	152	128	280
46	Laguna Succhirca	247	250	497
47	Lanchepampa	34	36	70

NUM.	CASERIO Y/O ANEXO	POBLACION		
		HOMBRE	MUJER	TOTAL
48	Landa	134	137	271
49	Lanquepampa	375	310	685
50	Limon	50	53	103
51	Limon i	30	29	59
52	Limon parcuya	222	211	433
53	Lipanga	64	79	143
54	Loma grande	103	119	222
55	Los faiques	34	40	74
56	Maraypampa	191	180	371
57	Maza	37	39	76
58	Minas de trigal	117	139	256
59	Molino viejo	1	1	2
60	Molulo	172	189	361
61	Monte grande alto	180	192	372
62	Naranjo de hinton	264	233	497
63	Nueva esperanza	235	228	463
64	Nuevo hualapampa	163	157	320
65	Overall	105	114	219
66	Palma central	70	66	136
67	Palo blanco	218	222	440
68	Palta pampa	56	50	106
69	Pampa blanca	16	11	27
70	Pampa larga	86	88	174
71	Pampa quemada	73	47	120
72	Parguyuc	140	156	296
73	Pasayapampa	75	65	140
74	Pashul sitio	73	86	159
75	Pasmillan	90	103	193
76	Peña grande	84	65	149
77	Piedra blanca	76	77	153
78	Pirga	109	83	192
79	Platanal	84	91	175
80	Polvasal	66	59	125
81	Pueblo nuevo	81	82	163
82	Quebrada grande	9	12	21
83	Ramon Castilla	213	198	411
84	Ramos	87	62	149
85	Rocoto	196	186	382
86	Rodeo pampa	109	79	188
87	Rosas	144	154	298
88	Rumichaca	203	235	438
89	Rumipampa	31	30	61
90	Sahuate	111	105	216
91	Sahuatirca	229	241	470
92	San Antonio	82	74	156
93	San Francisco	161	168	329
94	San Isidro	198	205	403
95	San José de tunas	64	65	129
96	San Juan	130	144	274
97	San Marcos	53	51	104
98	Santa Paola	116	107	223
99	Santa Rosa	260	252	512
100	Santa Teresa	229	252	481
101	Sauce de San Antonio	252	262	514
102	Savila	81	65	146

Fuente: Municipalidad Provincial de Huancabamba – 2003

**TABLA N° 2.2:** Centros poblados jerarquizados.

Huancabamba	1	0	1	65	6	7	80
El Carmen de la Frontera	0	0	2	3	31	3	39
Canchaque	0	1	2	35	10	3	51
Huarmaca	0	1	2	124	78	0	205
Lalaquiz	0	0	1	24	2	7	34
San Miguel del Faique	0	0	3	28	3	3	37
Sóndor	0	0	1	20	5	7	33
Sondorillo	0	0	4	24	6	2	36
Total	1	2	16	323	141	32	515

Fuente: Secretaría Técnica PIEP – Huancabamba.

**TABLA N° 2.3:** Población en edad normativa, Huarmaca

EDAD NORMATIVA	URBANA	RURAL	TOTAL
3 a 5 años	111	3012	3123
6 a 11 años	252	6647	6899
12 a 16 años	286	5048	5334
17 a 24 años	343	4720	5063
TOTALES	992	19427	20419

Fuente: INEI- Censos Nacionales XI de la población y VI de vivienda, 2007.

**TABLA N° 2.4:** Principales productos de Huarmaca.

CULTIVOS	RENDIMIENTO KG/HA		
	HUARMACA	PIURA	NACIONAL
Arroz	3,580	9,100	7,339
Alverja Grano Seco	1,000	765	1,004
Café	307	380	734
Caña de azúcar	101,211	-	128,687
Cebada Grano	950	401	702
Frijol Grano seco	1,045	888	1,160
Maíz Amarillo Duro	3,530	3,931	4,285
Maíz Amiláceo	970	1,965	2,142
Olluco	2,240	2,397	5,933
Papa	11,245	10,410	13,247
Trigo	1,025	927	1,427
Yuca	2,955	7,226	11,707

Fuente: Dirección Regional de Agricultura – Piura 2009 – 2010

Fuente: Ministerio de Agricultura – Base estadísticas 2009 – 2010

### **ANEXO N° 03: CUADROS**

**CUADRO N° 3.1:** Datos generales del Distrito de Huarmaca.

Departamento	Piura
Provincia	Huancabamba
Distrito	Huarmaca
Altura (m.s.n.m)	2,123
Extensión territorial (km <sup>2</sup> )	1908.22
Población (Habitantes)	39,416
Densidad poblacional (Hab/km <sup>2</sup> )	20.66
Relieve	Accidentado
Clima	Muy húmedo y frío acentuado

**Fuente:** SENAMHI, INEI - 2007.

**CUADRO N° 3.2:** Datos generales del Distrito de Olmos.

Departamento	Lambayeque
Provincia	Lambayeque
Distrito	Olmos
Altura (m.s.n.m)	175
Extensión territorial (km <sup>2</sup> )	5335.25
Población (Habitantes)	36,595
Densidad poblacional (Hab/km <sup>2</sup> )	6.85
Relieve	Llano
Clima	Cálido

**Fuente:** SENAMHI, INEI - 2007.

**CUADRO N° 3.3:** Recursos Turísticos.

RECURSO	LUGAR
Ruinas del Cerro Paraton	Cima del Cerro Paraton
Ruinas de Ovejera	Ovejeras
Los andes de Tunas	Tunas
Ruinas de bisuso	Cerro Parguyuc
Ruinas Succhuran	Succhuran
Cascada "Chorro Blanco"	Quebrada Sumuche
Laguna Verde	Sumuche

**Fuente:** INEI – Censos Nacionales XI de Población y VI de vivienda 2007.

**CUADRO N° 3.4:** Daños del Fenómeno El niño en el Distrito de Huarmaca

 <b>ESTADO SITUACIONAL DE EMERGENCIA</b>			
Grpo. Daño	Daño	Cantidad	Und. Med.
VIDA Y SALUD (PERSONAS)	DAMNIFICADOS	180	PERSONAS
VIVIENDAS Y LOCALES PUBLICOS	INSTITUCIONES EDUCATIVAS AFECTADAS	3	UNIDAD
	TEMPLOS RELIGIOSOS AFECTADOS	2	UNIDAD
VIDA Y SALUD (PERSONAS)	AFECTADOS	420	PERSONAS
VIVIENDAS Y LOCALES PUBLICOS	VINIENDAS INHABITABLES	30	UNIDAD
	VINIENDAS AFECTADAS	70	UNIDAD
AGRICULTURA - TERRENO AGRICOLA Y DE COBERTURA	AREAS DE CULTIVO PERDIDO	9	HECTAREAS

**Fuente:** SINPAD – AGOSTO DEL 2018

**CUADRO N° 3.4:** Datos generales del I.E. Juan Velasco Alvarado.

Institución Educativa Juan Velasco Alvarado	
Nivel	Primaria
Centro Poblado	Molulo
Distrito	Huarmaca
Provincia	Huancabamba
Categoría	Escolarizado
Región	Piura
Género	Mixto
Turno	Mañana
Número aprox. de alumnos	45
Número aprox. de Docentes	3
Número aprox. de Secciones	6

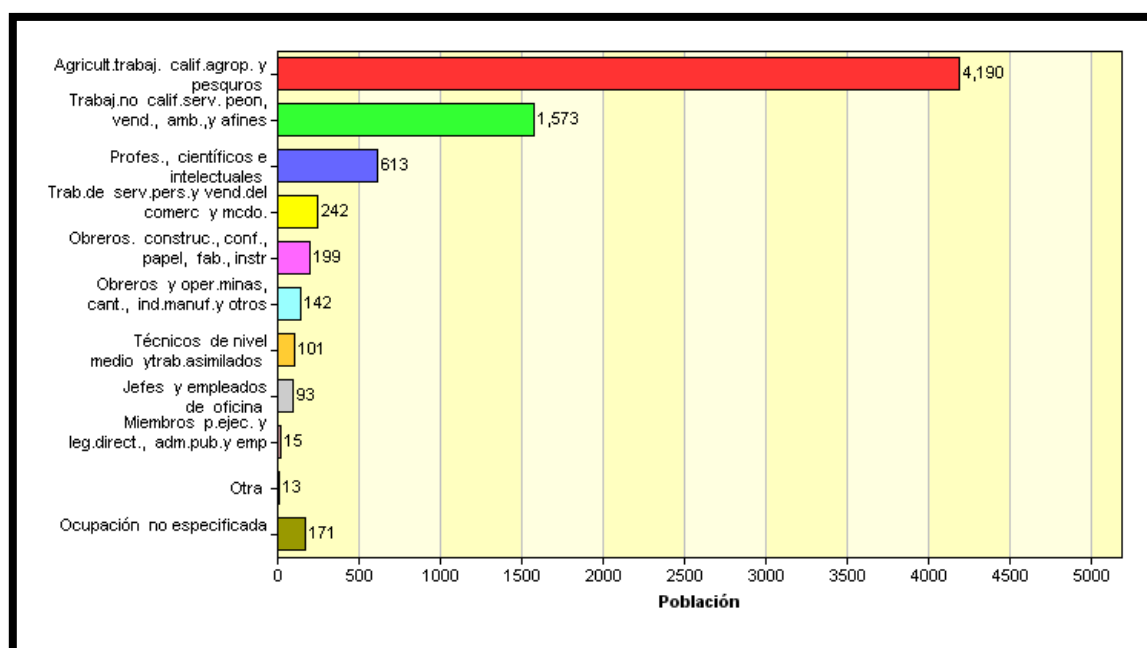
**Fuente:** UGEL – Piura.

**CUADRO N° 3.5:** Producción pecuaria.

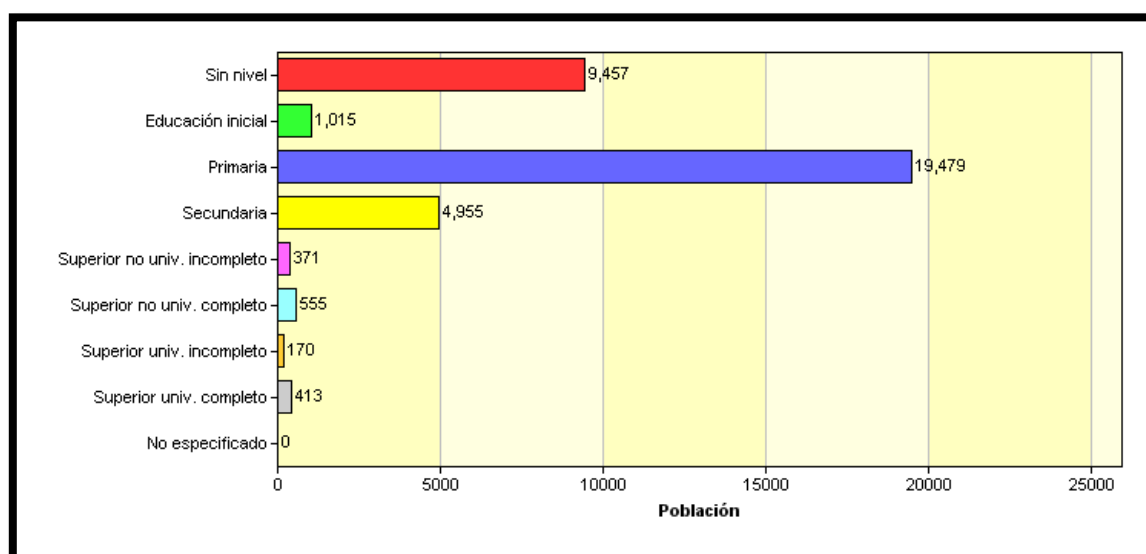
Espece de Ganado	CANTIDAD	Zona de Producción	Destino de la Producción
Ovino	26,142	Baja - Media Alta	Venta
Caprino	25,200	Baja Media	Venta
Vacunos	3,888	Baja Media Alta	Venta
Porcinos	2,620	Baja Media	Venta / Consumo
Aves de Corral	12,610	Baja Media	Consumo

**Fuente:** INEI – Censos Nacionales XI de población y VI de vivienda 2007.

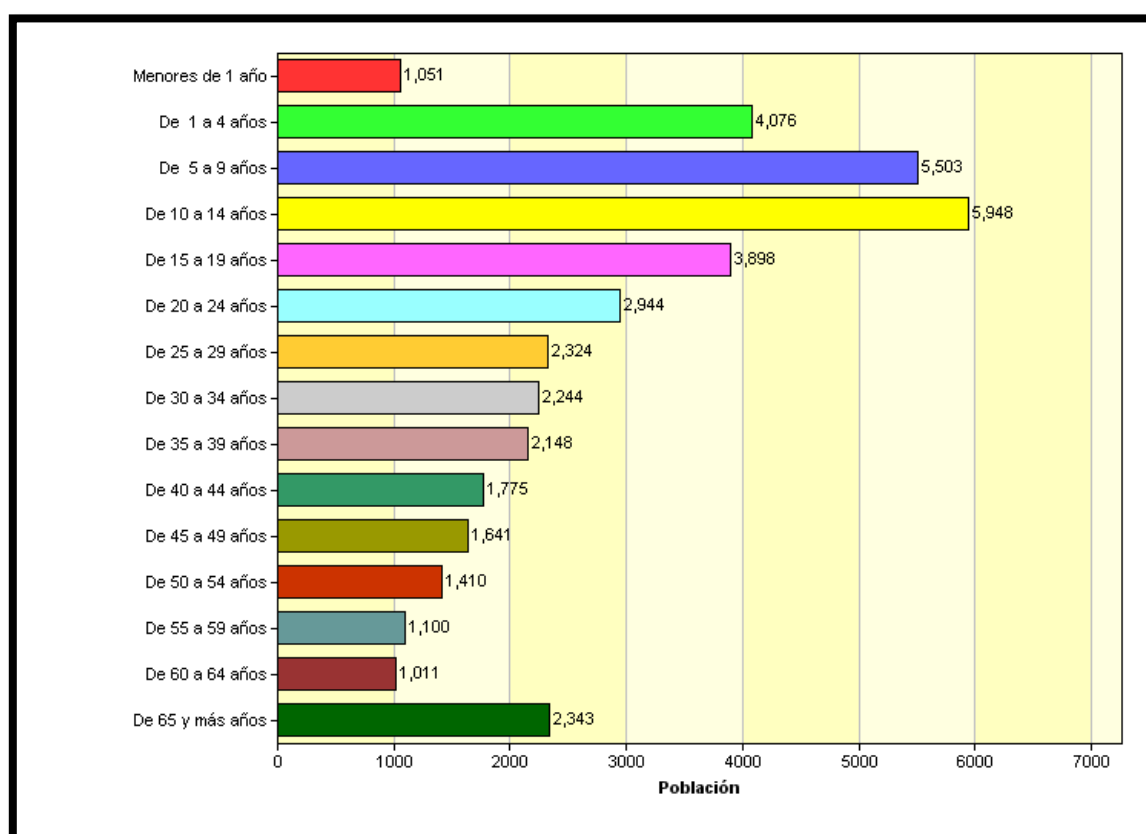
### ANEXO N° 04: GRÁFICOS

**GRÁFICO N° 4.1:** Población económicamente activa, según tipo de actividad – Huarmaca.

**Fuente:** INEI - 2007.

**GRÁFICO N° 4.2:** Nivel educativo de la población de Huarmaca.

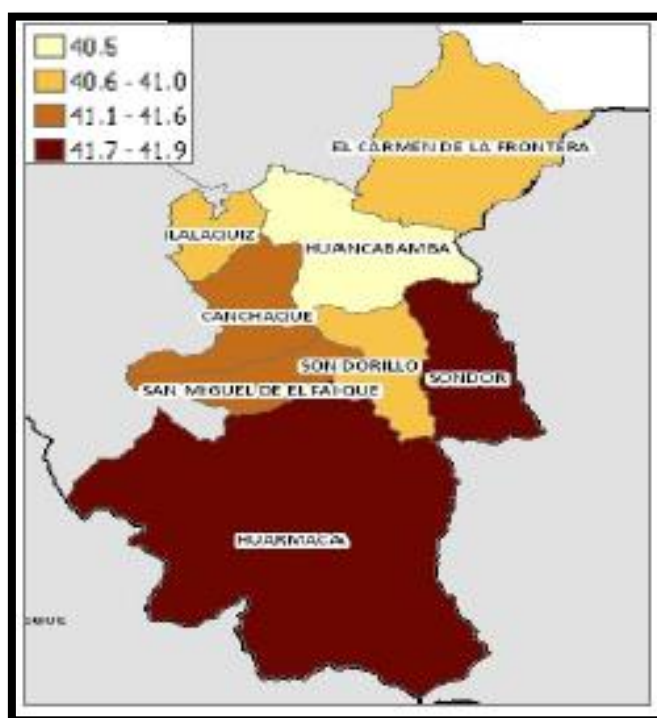
Fuente: INEI - 2007.

**GRÁFICO N° 4.3:** Estructura Poblacional - Huarmaca.

Fuente: INEI - 2007.

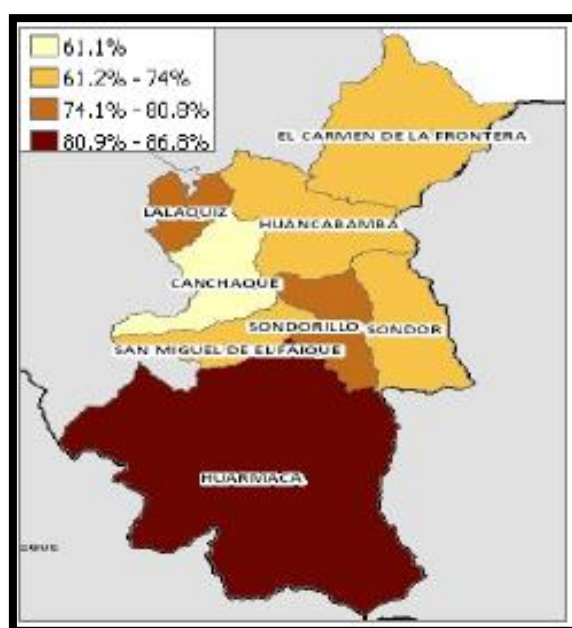


**GRÁFICO N° 4.4:** Índice de mortalidad infantil (por cada mil nacidos).



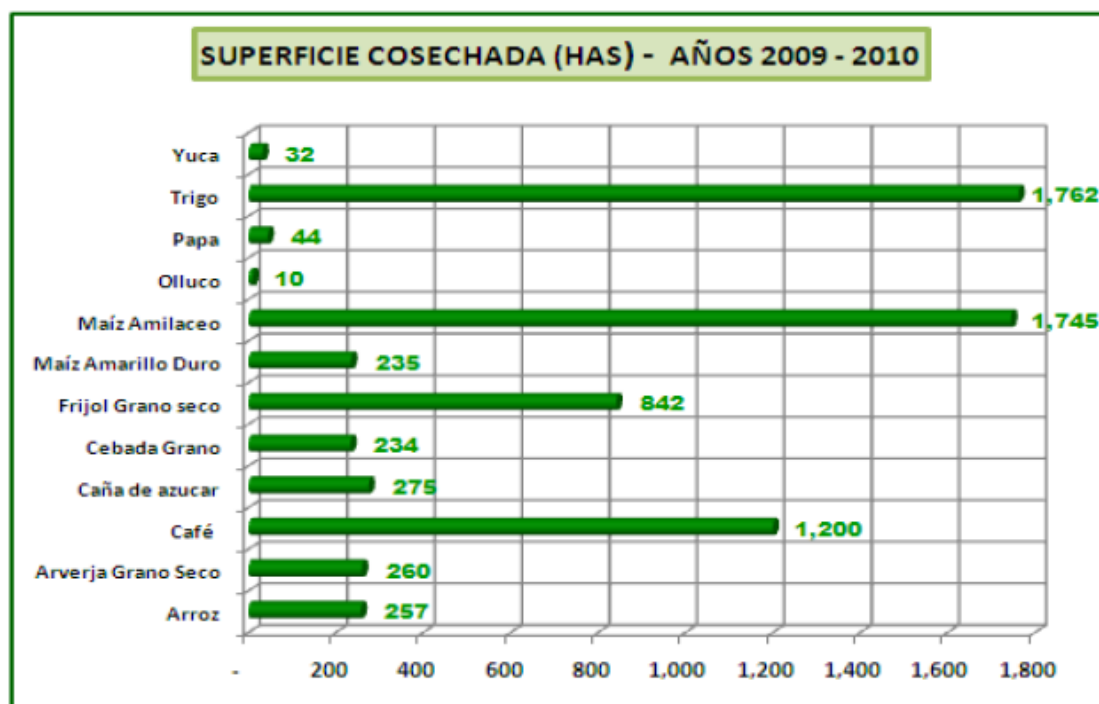
**Fuente:** Dirección General de Política de Inversiones.

**GRÁFICO N° 4.5:** Incidencia de pobreza.



**Fuente:** Dirección General de Política de Inversiones.

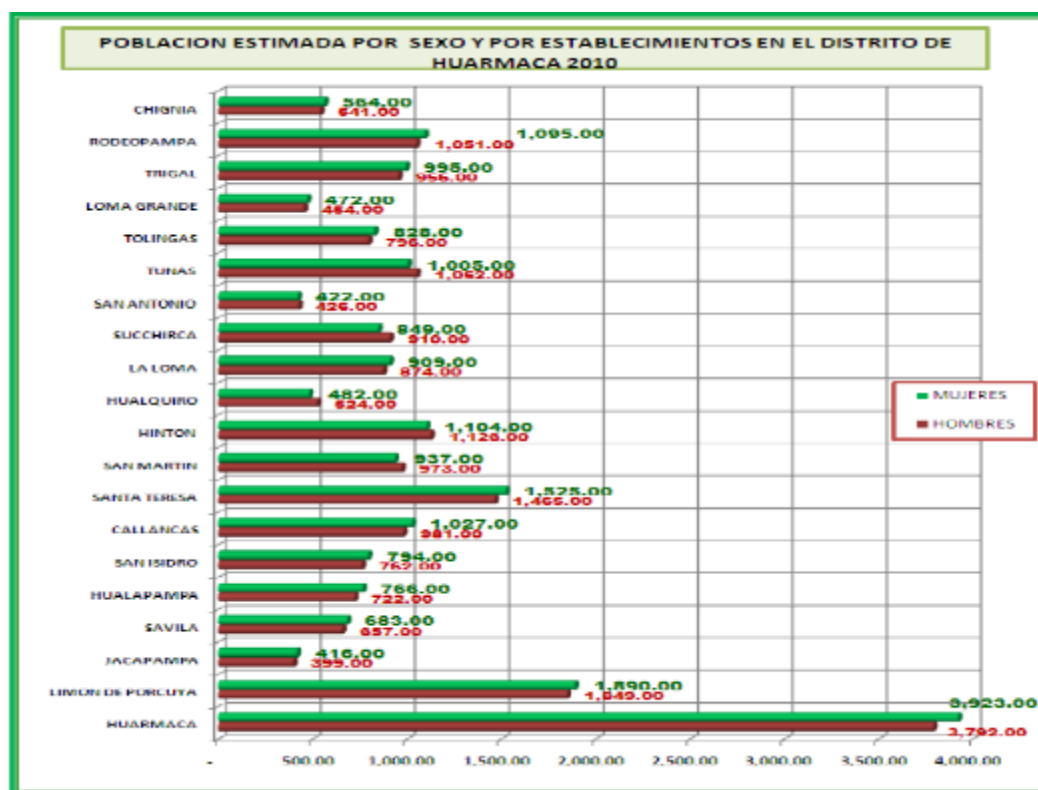
GRÁFICO N° 4.6: Superficie cosechadas.



Fuente: Dirección Regional de Agricultura – Piura. 2009 -2010

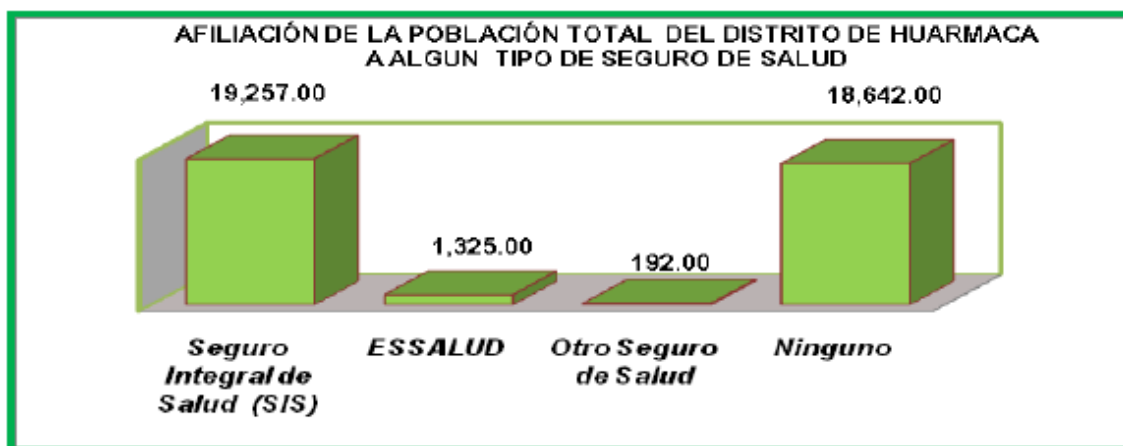
Fuente: Ministerio de Agricultura – Base estadísticas 2009 – 2010

GRÁFICO N° 4.7: Población estimada por sexo y por establecimientos en el distrito de Huarmaca.



Fuente: Informe Anual 2010 Centro de Salud Huarmaca.

**GRÁFICO N° 4.8:** Afiliación de la población total del distrito de Huarmaca a algún tipo de seguro de salud.

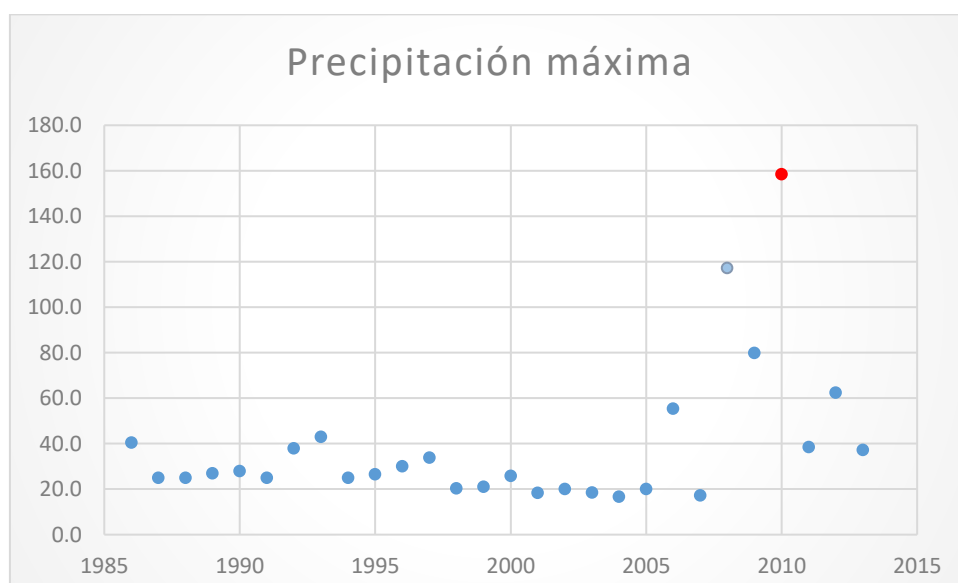
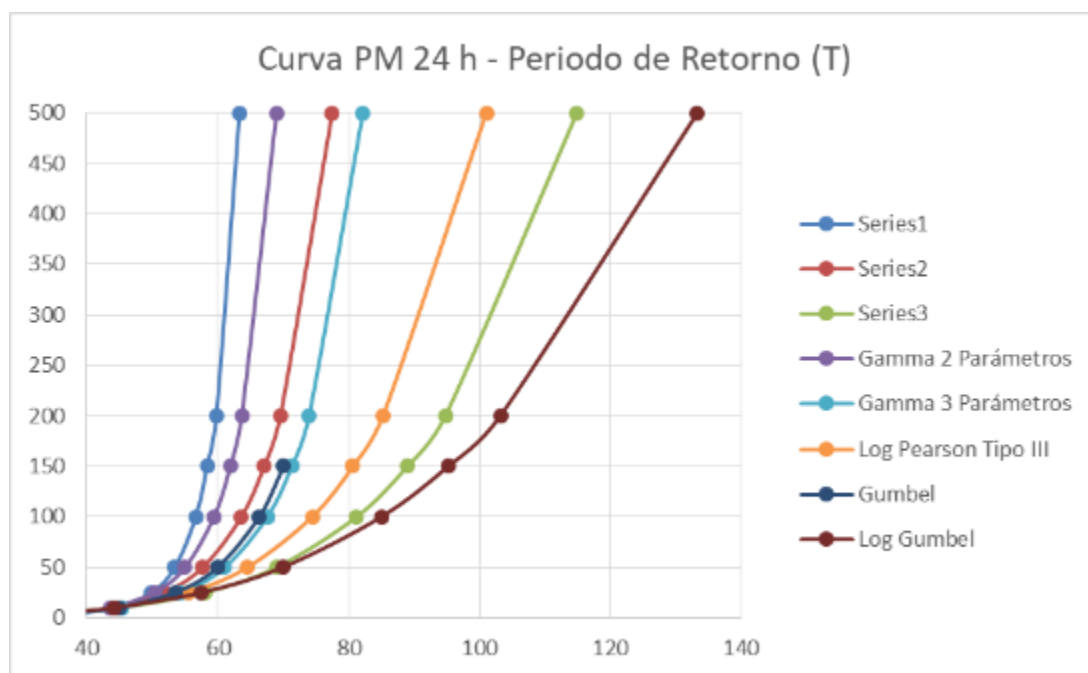


**Fuente:** INEI – Censos Nacionales XI de la población y VI de vivienda 2007

**GRÁFICO N° 4.9:** Población con más de un nivel educativo alcanzado.

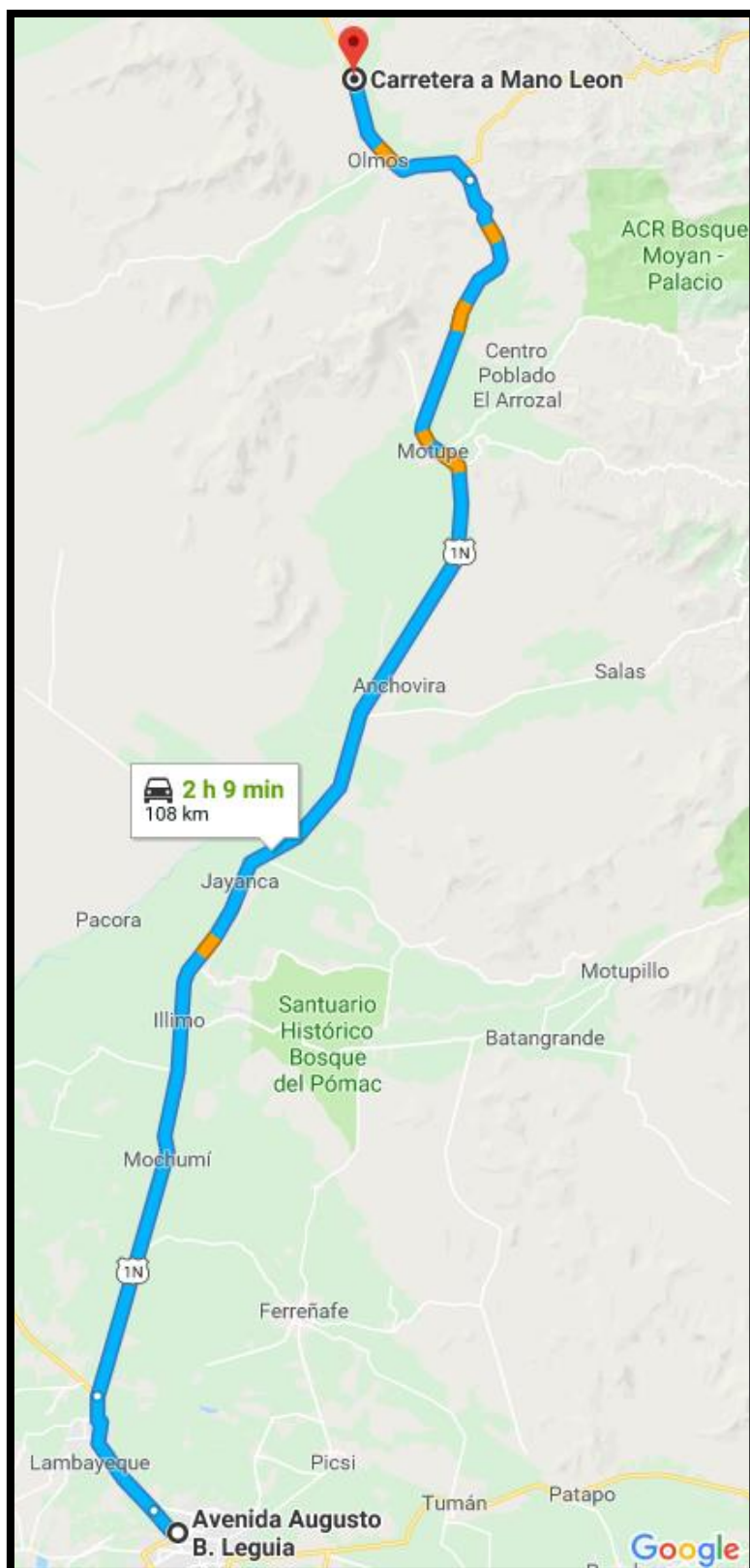


**Fuente:** INEI – Censos Nacionales XI de la población y VI de vivienda 2007

**Gráfico N° 4.10: Distribución de valores precipitación mensual 24h.****Fuente: Propia****Gráfico N° 4.11: Curvas de precipitación máxima 24 horas por cada distribución en periodos de retorno.****Fuente: Elaboración propia.**

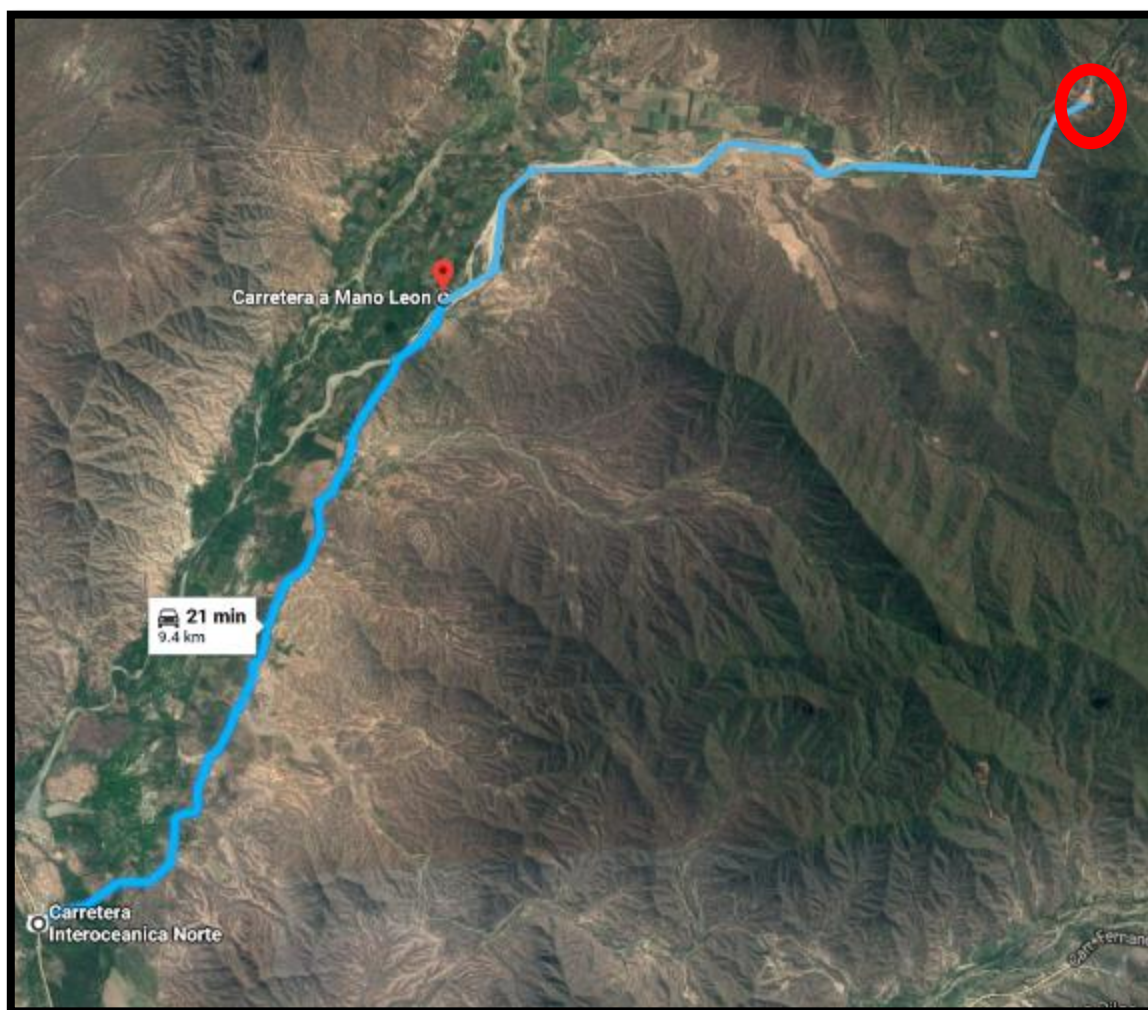
## **ANEXO N° 05: FOTOGRAFÍAS**

**FOTOGRAFÍA N° 5.1:** Mapa de ruta hacía inicio de la trocha.



**Fuente:** Google maps.

**FOTOGRAFÍA N° 5.2:** Mapa de ruta hacia el caserío Palo Blanco.



**Fuente:** Google maps.



**FOTOGRAFÍA N° 5.3:** Zona del Proyecto – Caserío Palo Blanco.



**Fuente:** Google maps.

**FOTOGRAFÍA N° 5.4:** Institución Educativa Juan Velasco Alvarado.



**Fuente:** Propia.

**FOTOGRAFÍA N° 5.5:** Zona de proyecto.



**Fuente:** Propia.



**FOTOGRAFÍA N° 5.6:** Puesto de Salud Cas. Palo Blanco – Huarmaca



**Fuente:** Propia.

**FOTOGRAFÍA N° 5.7:** Puesto de Salud Cas. Palo Blanco – Huarmaca



**Fuente:** Propia.

**FOTOGRAFÍA N° 5.8:** Producción granadera.



**Fuente:** Propia.

**FOTOGRAFÍA N° 5.9:** Zona de proyecto.



**Fuente:** Propia.

**FOTOGRAFÍA N° 5.11:** Estación 3 – Vereda del Puesto de Salud Cas. Palo Blanco.



**Fuente:** Propia.

**FOTOGRAFÍA N° 5.12:** BM-1.



**Fuente:** Propia.



**FOTOGRAFÍA N° 5.13:** Marca del río en avenidas máximas.



**Fuente:** Propia.

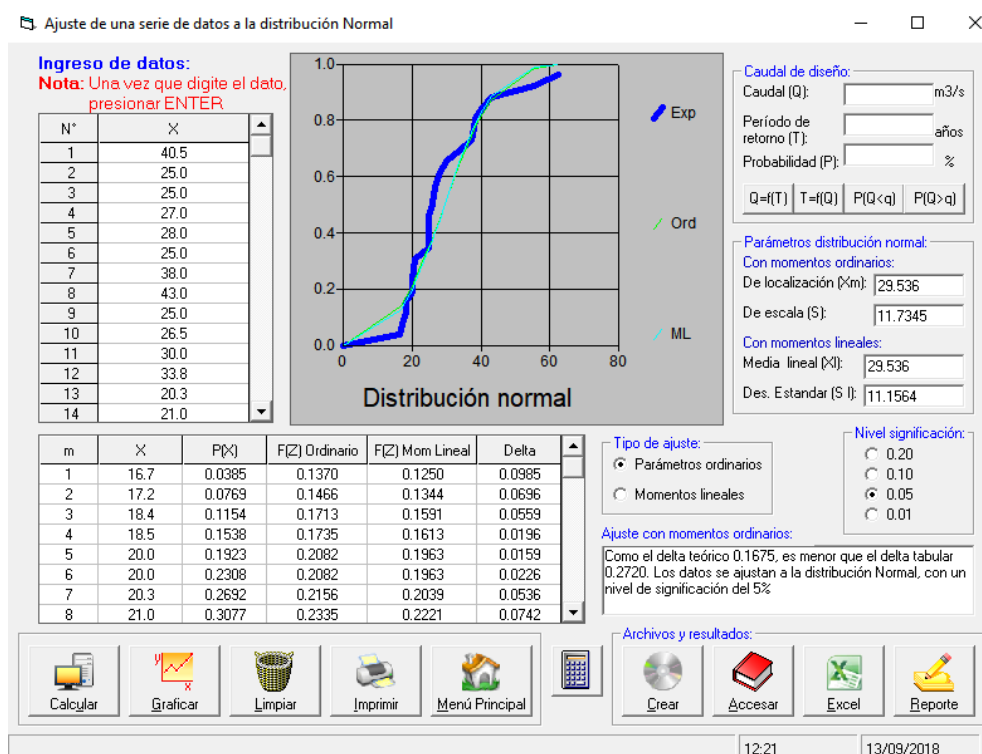
**FOTOGRAFÍA N° 5.14:** Marca del río en avenidas máximas.



**Fuente:** Propia.

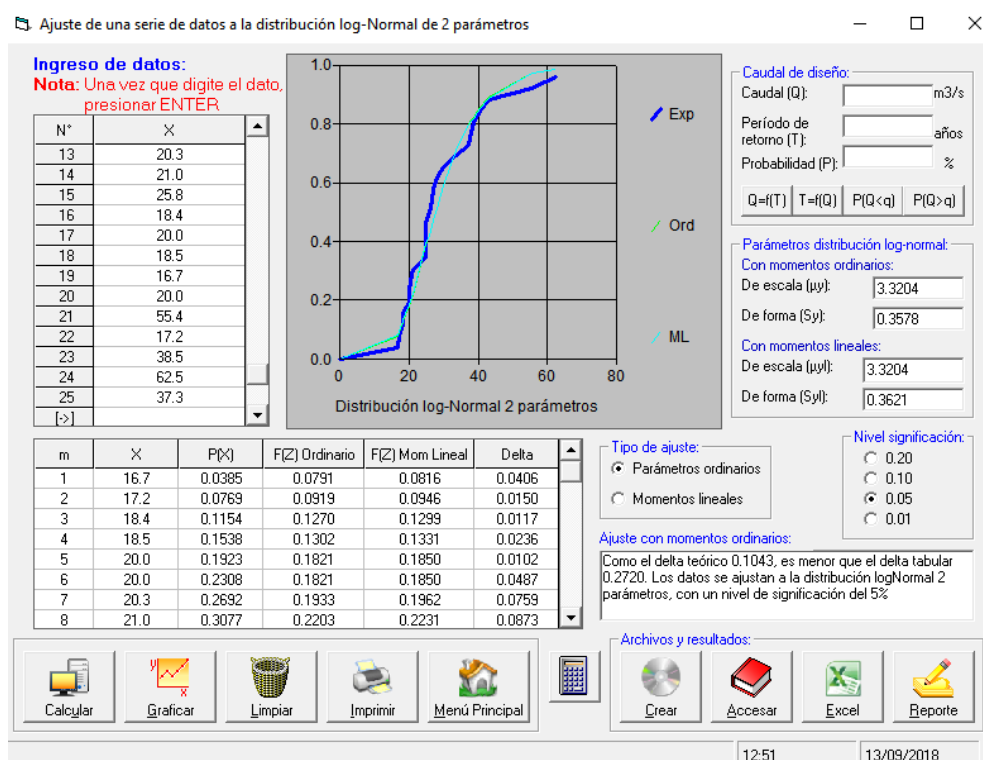
## ANEXO N° 06: IMÁGENES

IMAGEN N° 6.2: Ajuste de una serie de datos a la distribución Normal.



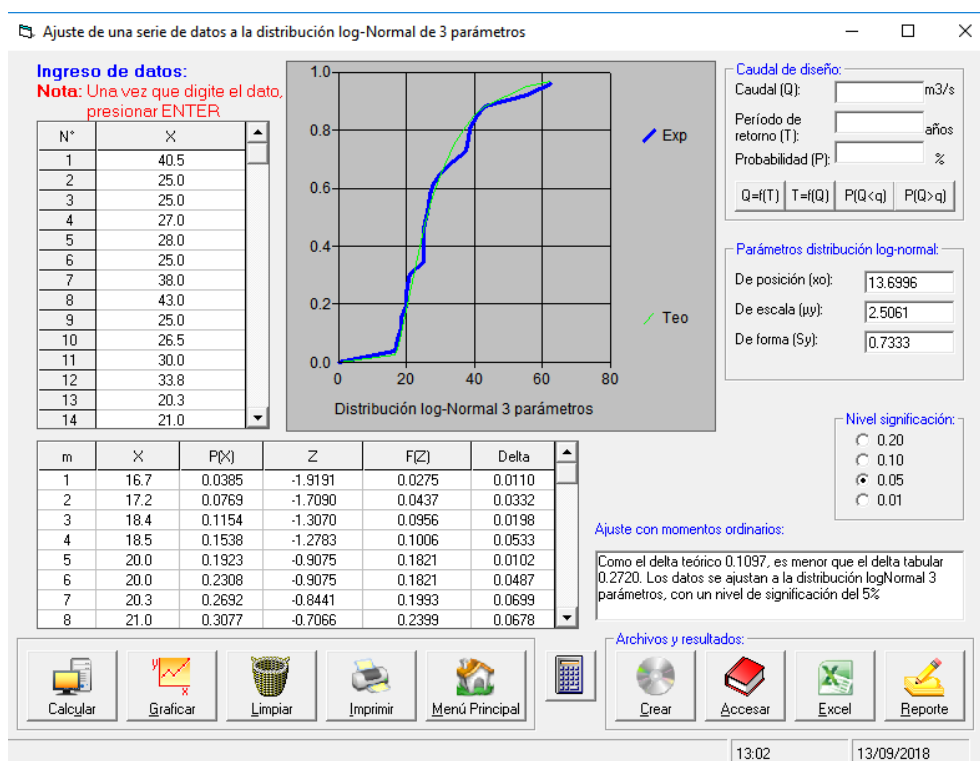
Elaboración: Propia.

IMAGEN N° 6.3: Ajuste de una serie de datos a la Distribución log-Normal 2 Parámetros.



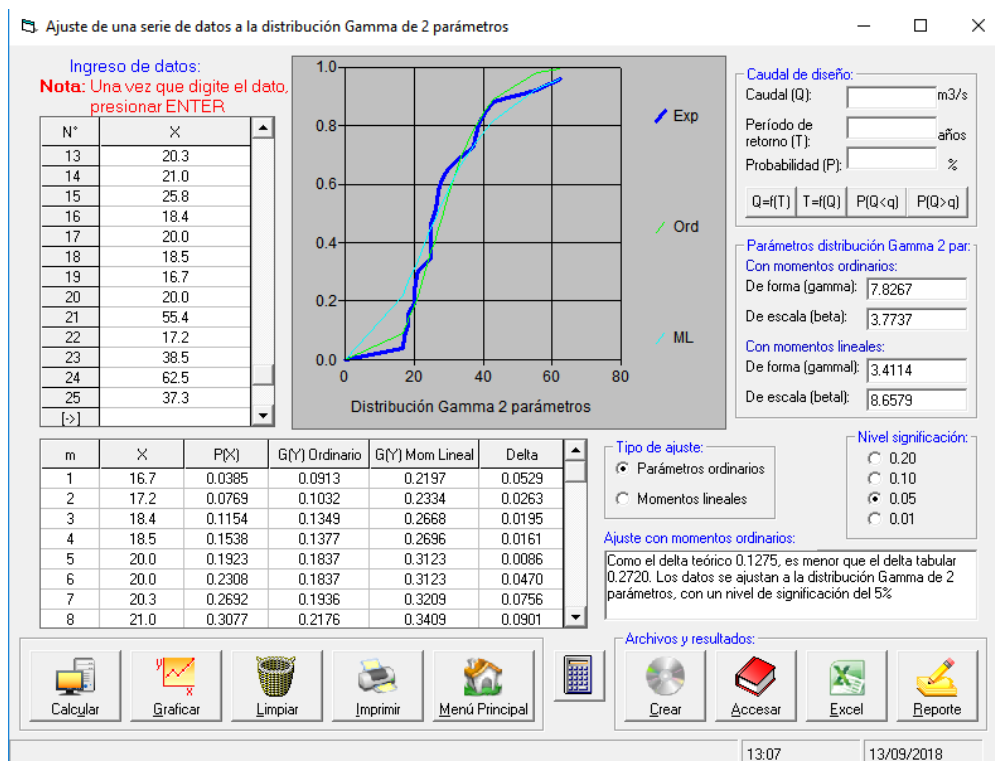
Elaboración: Propia.

**IMAGEN N° 6.4:** Ajuste de una serie de datos a la Distribución log-Normal 3 Parámetros.



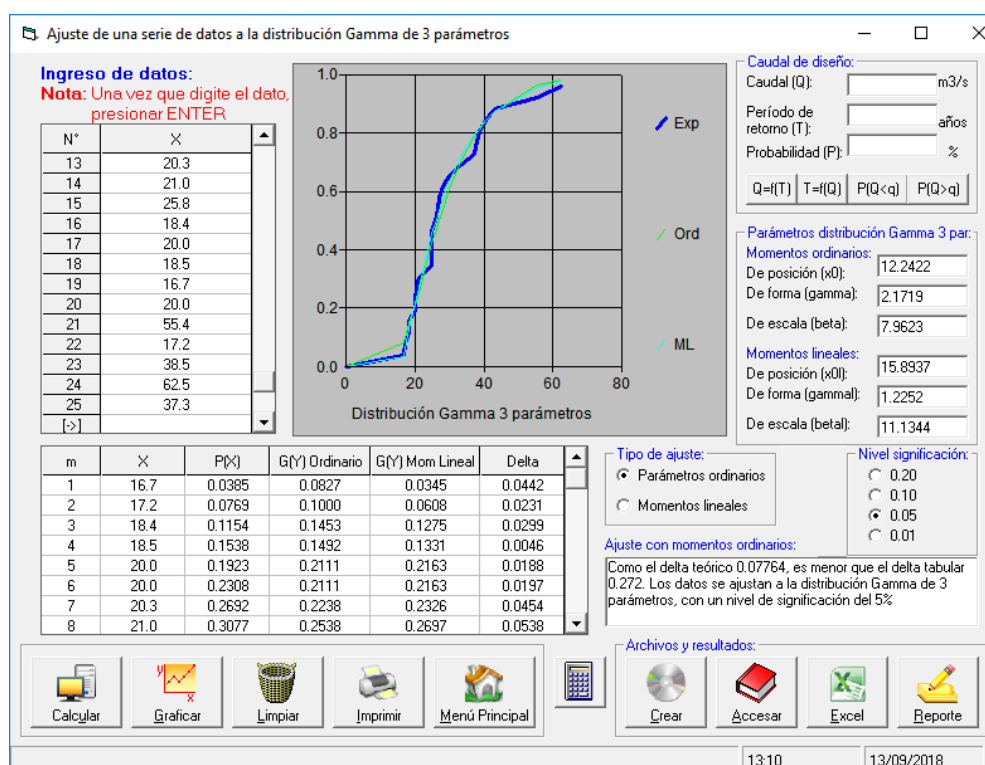
Elaboración: Propia.

**IMAGEN N° 6.5:** Ajuste de una serie de datos a la Distribución Gamma 2 parámetros.



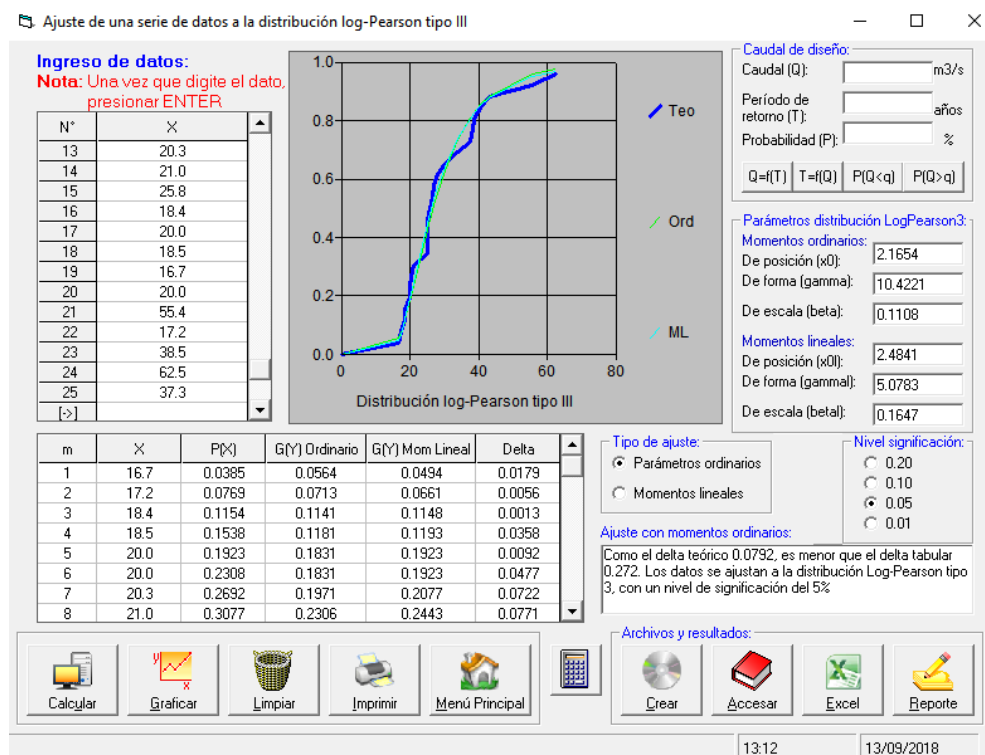
Elaboración: Propia.

**IMAGEN N° 6.6:** Ajuste de una serie de datos a la Distribución Gamma 3 parámetros.



Elaboración: Propia.

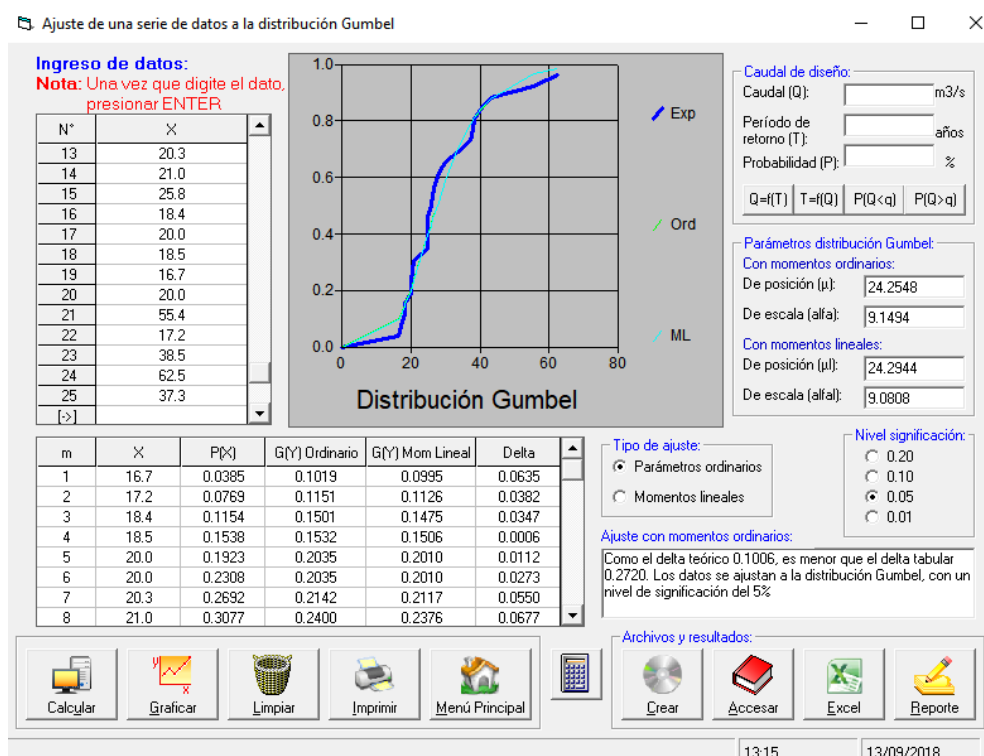
**IMAGEN N° 6.7:** Ajuste de una serie de datos a la Distribución Log Pearson tipo III.



Elaboración: Propia.

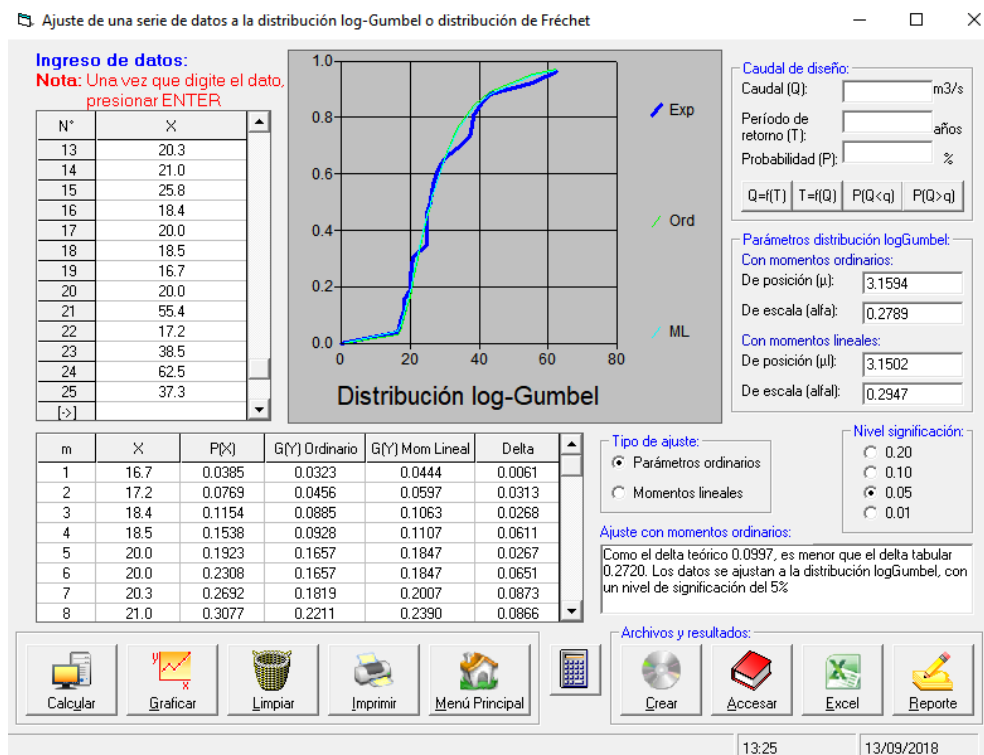


**IMAGEN N° 6.8:** Ajuste de una serie de datos a la Distribución Gumbel.



Elaboración: Propia.

**IMAGEN N° 6.9:** Ajuste de una serie de datos a la Distribución log-Gumbel.



Elaboración: Propia.

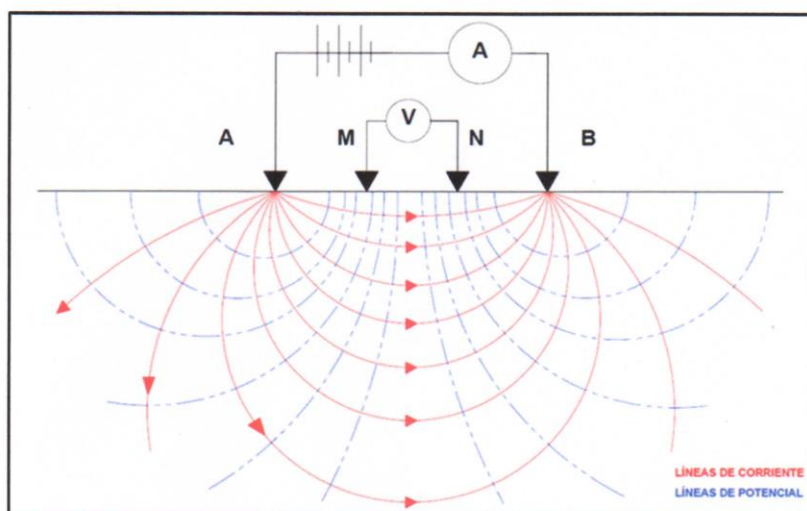


## ANEXO N° 07: ESTUDIO GEO ELÉCTRICO



**PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA CON MÉTODO DE**  
**SONDAJES ELÉCTRICOS VERTICALES EN LAS MARGENES DEL**  
**RÍO PALO BLANCO, SECTOR PALO BLANCO, DISTRITO DE**  
**HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA**  
**DEPARTAMENTO DE PIURA.**

**- INFORME -**



Chiclayo, Setiembre del 2018

  
Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P 57387



## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	3
4. MÉTODO DE PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA.....	5
4.1. Dispositivo Schlumberger: .....	7
4.2. Operación y registro de sondajes eléctricos verticales.....	8
4.3. Procesamiento de SEV's.....	8
4.4. Consideraciones de interpretación .....	8
4.5. Parámetros SEV .....	9
5. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS EMPLEADOS.....	9
6. CONCLUSIONES Y RESULTADOS.....	10
ANEXOS.....	14
- Datos de campo.....	15
- Curva de Resistividad.....	15
- Resultado de Modelo Geoelectrico.....	15
PERFILES LITOLÓGICOS.....	18
PANEL FOTOGRÁFICO.....	21

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



## SONDAJES ELÉCTRICOS VERTICALES (SEV's) CON FINES DE ESTIMACIÓN LITOLÓGICA

### 1. ANTECEDENTES

A solicitud del Sr. Neisser Vásquez Limo, se llevó a cabo en el mes de Agosto del presente año un estudio de Prospección Geoeléctrica utilizando la metodología de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV's), los mismo que fueron ejecutados en 02 puntos pre establecidos por el solicitante, en las márgenes del río Palo Blanco – Sector Palo Blanco – Huarmaca.

### 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO


Los objetivos principales de las Investigaciones Geofísicas mediante el método de Sondajes Eléctricos Verticales (SEV's), fueron los siguientes:

- Obtener secciones en 1-D del parámetro de resistividad real del suelo; de las cuales podremos determinar la ubicación del probable basamento rocoso, de presentarse el caso, mediante la identificación de áreas que presenten una elevación anómala del valor de resistividad del terreno.
- Distinguir las capas del subsuelo, según sus resistividades eléctricas, predominante en cada una de ellas e inferir en forma aproximada, su grado de permeabilidad.
- Determinar los espesores de las capas mencionadas.
- Generar perfiles litológicos para ambos sondajes, que establezcan una aproximación del material que conforman los estratos existentes en la zona de estudio.

### 3. UBICACIÓN DE LA ZONA

El área de estudio se encuentra en la Región de Piura, Provincia de Huancabamba, distrito de Huarmaca, sector Palo Blanco, en las márgenes del río Palo Blanco

A continuación se presenta el Cuadro N° 01 e Imagen N° 01 con las coordenadas UTM (Datum WGS 84) y ubicación de los sondajes realizados, respectivamente.

  
Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P 57387



**A&M CONSTRUCCIÓN Y EXPLORACIÓN S.A.C**

**Cuadro N° 01** – Coordenadas UTM de Sondajes Eléctricos Verticales

N° SEV	NORTE	ESTE
01 – Margen Izquierda	9352175	649275
02 – Margen Derecha	9351214	649295

**Imagen N° 01** – Vista satelital de Sondajes Eléctricos Verticales (Google Earth)



  
**Wilbert José García Vera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



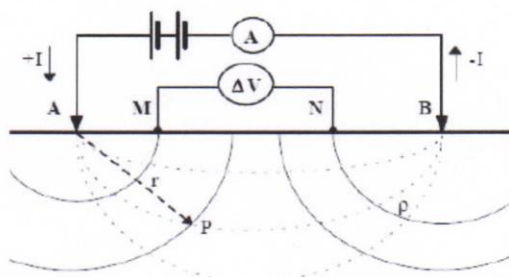


#### 4. MÉTODO DE PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA

Los materiales de la tierra presentan la característica de conductividad eléctrica (facilidad del paso de la corriente eléctrica) que, entre otros factores, depende de la humedad y salinidad del agua contenida en dichos materiales.


Se concluye, por tanto, que midiendo esta conductividad, o su inversa, que es la resistividad (propiedad específica de los materiales que se refiere a la dificultad ofrecida al paso de la corriente eléctrica), se puede determinar el corte geológico aproximado del subsuelo e identificar así la profundidad y espesor probables de capas subterráneas.

**FIGURA N° 02** – Principio de medida de la resistividad del suelo



La prospección geoelectrica consiste en la medida de los valores de resistividad del subsuelo mediante la técnica del Sondaje Eléctrico Vertical (SEV) cuyo principio básico radica en medir una caída de tensión o voltaje causada por el paso de una corriente eléctrica a través del terreno investigado, para lo cual se utilizan distintas configuraciones de electrodos emisores de corriente y receptores de voltaje.

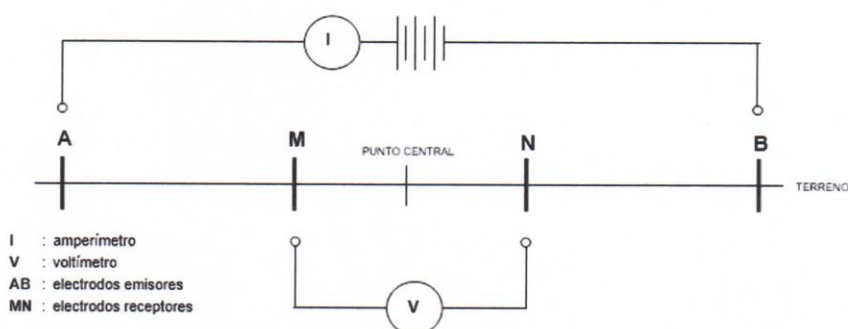
Para el presente estudio se utilizó la configuración Schlumberger (FIGURA N° 03), que requiere de 4 puntos de contacto en el terreno: dos para crear un campo eléctrico a partir de una fuente de energía que puede ser un conjunto de baterías o un grupo electrógeno, denominados electrodos emisores de corriente AB, y dos para medir la caída de tensión que se produce alrededor del punto central ubicado entre los electrodos emisores, llamados electrodos receptores MN.

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



Los 4 electrodos son dispuestos simétricamente sobre una línea recta, y a medida que se aumenta la distancia entre electrodos emisores, la profundidad de penetración de la corriente eléctrica en el sub suelo también aumenta, con lo cual se van registrando los valores de resistividad de las capas más profundas. De esta manera se obtiene una curva de resistividades del subsuelo que es función de la profundidad.

**FIGURA N° 03** – Dispositivo Schlumberger. Configuración simétrica



El SEV finaliza para una separación máxima de electrodos AB, y se procede a cambiar de locación con el objeto de realizar otro SEV.

Con las mediciones obtenidas, se puede establecer la curva de variaciones de resistividad aparente, en función de la distancia entre el electrodo y el centro del sistema. A medida que la separación entre los electrodos aumenta, en general también se incrementa la profundidad de investigación.

Los pares de valores resistividad aparente/distancia se pasan a un gráfico bilogarítmico y dan como resultado una "curva de campo", que posteriormente se interpreta por métodos cualitativos, cuantitativos manuales y por computadora. Los resultados de esta interpretación permiten distinguir capas a partir de sus resistividades verdaderas diferentes, así como también determinar sus espesores.

Estos resultados son representativos para el punto central de medición y su proyección en profundidad.

*Wilbert José García Vera*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P 57387



Considerando el dispositivo Schlumberger, los SEV se pueden clasificar en función de la separación final entre A y B de la siguiente manera:

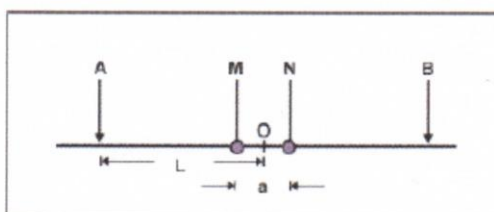
**Cuadro N° 02 – Tipo de SEV – Dispositivo Schlumberger**

TIPO DE SEV	LONGITUD	PRINCIPAL APLICACIÓN
corto	AB hasta 250 m	Geotecnia y Arqueología
normal	250 m < AB < 2.500 m	Hidrogeología
largo	2.500 m < AB < 25.000 m	Prospección petrolera
muy largo	hasta 1.200 km	Investigación geofísica

#### 4.1. Dispositivo Schlumberger:

Se disponen simétricamente los electrodos AMNB dispuestos en línea, donde la distancia MN es mucho menor que la distancia de los inyectores AB. Generalmente  $AB > 5 MN$ .

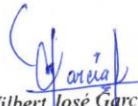
**FIGURA N° 04 – Dispositivo Schlumberger**



Los valores de resistividad aparente se representan en función de  $AB/2$  y la constante geométrica es:

$$K = \frac{\pi}{4MN} (AB^2 - MN^2) \approx \frac{\pi \cdot L^2}{a}$$

En este dispositivo, la relación  $AB/MN$  se debe mantener lo más grande posible, en la práctica se tiene que  $4 \leq AB/MN \leq 20$ , y se cambia la línea MN cuando la medida de la diferencia de potencial es muy pequeña.

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387





#### 4.2. Operación y registro de sondajes eléctricos verticales

El objetivo de un SEV es la obtención de un modelo de variación de la resistividad aparente en función de la profundidad, a partir de mediciones realizadas en superficie. La profundidad alcanzada por la corriente aumenta a medida que crece la distancia AB, aunque generalmente no existe una relación de proporcionalidad entre ambas. Para generar y registrar un SEV se requiere:

##### **Circuito de emisión**

Integrado por una fuente de energía, un amperímetro para medir la intensidad de la corriente, puntos de emisión (A y B) consistentes en estacas metálicas de 0,5 a 1 m de largo y cables de transmisión.

##### **Circuito de recepción**

Compuesto por un milivoltímetro electrónico de alta impedancia y dos electrodos para la medición del potencial (M y N)

#### 4.3. Procesamiento de SEV's

Es esta etapa el análisis inicial consiste en calificar la información de las diversas pulsaciones de corriente (proceso que se realiza en campo); ya en gabinete se re verifica y se obtiene una base de datos final de acuerdo a los patrones de respuesta.


Dicha calificación se hace para dejar aquellos datos dudosos o anómalos.

Este proceso es mediante el programa IPI2WIN.

#### 4.4. Consideraciones de Interpretación

De acuerdo a la literatura, para poder hacer una interpretación, se debe tener en consideración algunos factores que influyen su valor en el terreno:

- Grado de saturación del terreno
- Porosidad y la forma del poro
- La salinidad del fluido
- El tipo y composición del terreno
- La temperatura
- Los procesos geológicos que afectan a los materiales
- La presencia de materiales arcillosos con alta capacidad de intercambio catiónico.

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57367



Asimismo, se debe tener en cuenta que existe una directa relación entre la resistividad eléctrica y el grado de saturación del terreno, y que los valores pueden variar significativamente. En tal sentido, se debe tener claro el incremento o disminución de fluidos en el terreno ya sea en superficie o en profundidad.

Definida, las variaciones de terreno y obtenido los resultados de resistividad, se procede a delimitar las áreas en estratos o sectores.

#### 4.5. Parámetros SEV

**Cuadro N° 03 – Parámetros SEV's**

Parámetro	Descripción
Configuración	Schulmberger
Espaciamiento entre electrodos	Según dispositivo
Quality Factor	2
Reading	Promedio
Voltaje	220 v - 5500 v
Número de mediciones por lectura	3

#### 5. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS EMPLEADOS

El equipo que se utilizó para el levantamiento de los SEV:

- Multímetro Fluke 87 V, de alta precisión ( Uso: Voltímetro).
- Multímetro Sanwa RD 701, ( Uso: Amperímetro).
- Generador HONDA – Potencia 3000 W.
- Transformador de Voltaje (0, 110, 220, 350, 420, 550 V).
- 10 Electrodo de Acero Inoxidable.
- 02 Carretes con cables de corriente 12 AWG THW-90 (215 m c/u).
- 01 rectificador de corriente de 30 amperios.
- Combas y llaves stillson
- Calculador HP 50g.
- GPS Garmin 64s.
- Flexo metro 3m y 50m

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



## 6. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

### CONCLUSIONES

- Se realizaron 02 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV's), en ambas márgenes del río Palo Blanco, puntos predefinidos por el solicitante del ensayo.
- Se alcanzó una extensión máxima de línea de corriente de 92.84 m, 46.42 m por lado.
- La profundidad de exploración alcanzada varía entre los 17 y 28 metros, cumpliéndose la relación teórica: longitud de línea de corriente dividido entre 3 igual a la profundidad de exploración.
- Los datos de campo se analizaron con el Software IPI2WIN, con el cual se generaron curvas de resistividad del terreno estudiado y se obtuvo un modelo geoelectrico.
- En los resultados de los modelos geoelectricos podemos observar estratos generados en base a las variaciones de resistividad del suelo, así como su espesor correspondiente.
- Basados en los resultados de los modelos geoelectricos se establecieron perfiles litológicos, las cuales son representaciones gráficas que buscan una aproximación referencial de los estratos del área de estudio.
- En los perfiles litológicos la simbología " $\infty$ " (infinito) delimita una profundidad máxima de exploración alcanzada, además muestra el inicio de estratos con valores de resistividad muy elevados, los mismos que son indicios de material compacto compuesto de roca (techo del basamento rocoso).

### RESULTADOS

El procesamiento de datos y su interpretación permiten establecer los siguientes parámetros para cada SEV ejecutado:

- Número de capas Geoelectricas
- Resistividad real por capa geoelectrica
- Espesor de cada capa (m)

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



CUADRO N° 04: RESISTIVIDADES REALES Y ESPESORES

CAPAS		SEV 01	SEV 02
1	$\rho$	164	108
	$h$	0.50	0.61
	$d$	0.50	0.61
2	$\rho$	287	427
	$h$	0.94	2.62
	$d$	1.44	3.23
3	$\rho$	175	28.2
	$h$	6.37	1.00
	$d$	7.81	4.23
4	$\rho$	186	291
	$h$	9.56	3.25
	$d$	17.37	7.48
5	$\rho$	953	97.30
	$h$	$\infty$	20.80
	$d$	$\infty$	28.80
6	$\rho$	-	1005
	$h$	-	$\infty$
	$d$	-	$\infty$

Donde:

**SEV:** Sondaje Eléctrico Vertical $\rho$  : Resistividad Real, ohm-m $h$  : Espesor de capa, m $d$  : Profundidad de pie del estrato, m

## CAPAS GEOELÉCTRICAS SUPERIORES

## CAPA N° 01:

## SEV 01:

- Resistividad de 164 ohm-m
- Espesor acumulado de 0.50 m
- Conformado por material arcilloso arenoso con presencia de humedad.

## SEV 02:

- Resistividad de 108 ohm-m
- Espesor acumulado de 0.61 m
- Conformado por material arcilloso arenoso con presencia de humedad.

## CAPA N° 02:

## SEV 01:

- Resistividad de 287 ohm-m
- Espesor acumulado de 1.44 m
- Material conformado por piedras grandes con presencia de arcilla arenosa y humedad.

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P 57387



**CAPAS GEOELÉCTRICAS INTERMEDIAS**CAPA N° 02:

## SEV 02:

- Resistividad de 427 ohm-m
- Espesor acumulado de 3.23 m
- Material compuesto de arenas y piedras de mediana dimensión.

CAPA N° 03:

## SEV 01:

- Resistividad de 175 ohm-m
- Espesor acumulado de 7.81 m
- Material conformado probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas

## SEV 02:

- Resistividad de 28.2 ohm-m
- Espesor acumulado de 4.23 m
- Material compuesto de arenas, gravas y piedras de mediana dimensión saturadas.

CAPA N° 04:

## SEV 02:

- Resistividad de 291 ohm-m
- Espesor acumulado de 7.48 m
- Material compuesto de piedras grandes fisuradas.

**CAPAS GEOELÉCTRICAS INFERIORES**CAPA N° 04:

## SEV 01:

- Resistividad de 186 ohm-m
- Espesor acumulado de 17.37 m
- Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas

  
Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57387

CAPA N° 05:

## SEV 02:

- Resistividad de 97.30 ohm-m
- Espesor acumulado de 28.80 m
- Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas

**CAPAS GEOELÉCTRICAS PROFUNDAS**CAPA N° 05:

## SEV 01:

- Resistividad de 953 ohm-m
- Espesor acumulado =  $\infty$
- Material compacto compuesto probablemente de roca (Techo de Basamento Rocosó)

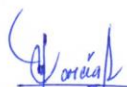
CAPA N° 06:

## SEV 02:

- Resistividad de 1005 ohm-m
- Espesor acumulado =  $\infty$
- Material compacto compuesto probablemente de roca (Techo de Basamento Rocosó)

Para analizar cada SEV específicamente, se debe recurrir al cuadro de resultados, a su diagrama de interpretación y al perfil litológico correspondiente.

Los diagramas de interpretación obtenidos del programa de cómputo (IPI2WIN) y que son la fuente de los datos consignados, se anexan en la parte final del presente informe.

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



# ANEXOS

Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57387



## PROCESAMIENTO DE DATOS

- Datos de campo
- Curva de Resistividad
- Resultado de Modelo Geoeléctrico

Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57387





A&amp;M CONSTRUCCIÓN Y EXPLORACIÓN S.A.C

## PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA: SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL

**Proyecto:** Tesis: "Elaboración del expediente técnico del puente Palo Blanco, distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba, departamento de Piura".

**Solicitante:** Neisser Vásquez Limo

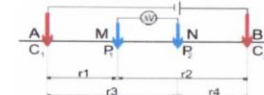
**SEV:** 01 - Margen Izquierda

**Dispositivo:** Schulmberger

**Lugar:** Sec. Palo Blanco - Huarmaca

**Fecha:** 28/08/2018

$$\rho_s = \frac{\pi}{4MN} (AB^2 - MN^2) \frac{\Delta V}{I}$$

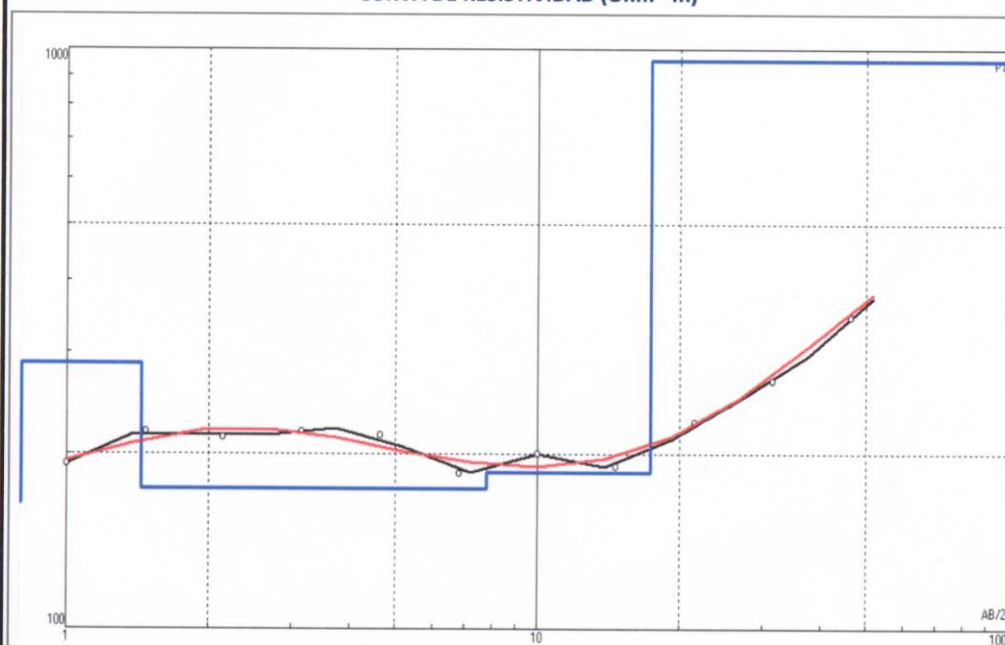


## DATOS DE CAMPO

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	$\Delta V$ prom (mV)	I prom (mA)	Po prom (ohm-m)
1.00	0.20	7.54	3,717.33	145.67	192.41
1.47	0.20	16.66	1,592.00	121.33	218.56
2.15	0.20	35.99	1,644.67	277.00	213.70
3.16	0.20	78.11	1,484.00	502.33	230.76
3.16	0.60	25.20	4,226.33	511.33	208.29
4.64	0.20	168.78	596.33	448.33	224.50
4.64	0.60	55.42	1,655.33	441.67	207.72
6.81	0.20	363.92	244.67	462.00	192.73
6.81	0.60	120.47	677.67	459.67	177.61
10.00	0.20	785.08	28.00	105.50	208.37
10.00	0.60	260.86	77.50	104.50	193.48
10.00	2.00	75.40	278.33	105.00	199.87
14.68	0.20	1,692.24	59.67	515.33	195.93
14.68	0.60	563.24	171.00	521.00	184.86
14.68	2.00	166.11	600.33	523.67	190.44
21.54	2.00	361.26	477.67	761.67	226.57
31.62	2.00	782.12	72.67	214.33	265.20
31.62	6.00	252.33	227.50	212.00	270.78
46.42	2.00	1,689.25	32.00	160.00	337.85
46.42	6.00	554.70	102.33	161.00	352.58
68.13	6.00	1,205.77	-	-	-
100.00	6.00	2,608.57	-	-	-
146.80	6.00	2,608.57	-	-	-

Po : Valor de Resistividad Aparente (ohm-m)  
 AB/2 : Espaciamento de Electrodo (m)  
 MN : Espaciamento de Electrodo (m)  
 K : Coeficiente Geométrico del Dispositivo  
 $\Delta V$  : Diferencia de Voltaje (mV)  
 I : Intensidad de Corriente Inyectada (mA)

## CURVA DE RESISTIVIDAD (Ohm - m)



Fuente: IPI2WIN

## RESULTADO DE MODELO GEOELÉCTRICO

ESTRATO N°	RESISTIVIDAD (Ohm-m)	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD (m)	COTA (msnm)
1	164.00	0.50	0.50	306.60
2	287.00	0.94	1.44	306.10
3	175.00	6.37	7.81	305.16
4	186.00	9.56	17.37	298.79
5	953.00	∞	∞	289.23
-	-	-	-	-

**Coordenadas:** ESTE 649275 NORTE 9352175

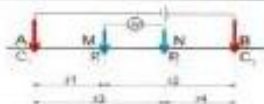
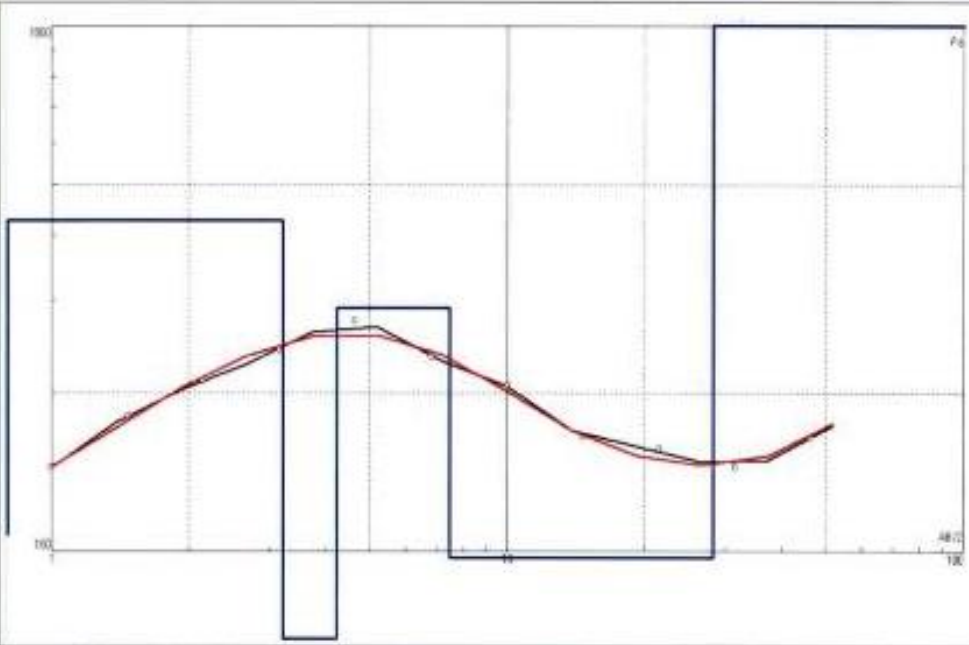

**Revisado:**

*Wilbert José García Vera*  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



O&amp;M CONSTRUCCIÓN Y EXPLORACIÓN S.A.C

## PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA: SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL

<b>Proyecto:</b> Tesis: "Elaboración del expediente técnico del puente Palo Blanco, distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba, departamento de Piura". <b>Solicitante:</b> Neisser Vásquez Limo						<b>SEV:</b> 02 - Margen Derecha <b>Dispositivo:</b> Schulmberger <b>Lugar:</b> Sec. Palo Blanco - Huarmaca <b>Fecha:</b> 28/08/2018		$\rho_s = \frac{\pi}{4 \Delta MN} (AB^2 - MN^2) \frac{\Delta V}{I}$ 	
<b>DATOS DE CAMPO</b>						<b>CURVA DE RESISTIVIDAD (Ohm - m)</b>			
AB/2 (m)	MN/2 (m)	K	ΔV prom (mV)	I prom (mA)	Po prom (ohm-m)				
1.00	0.20	7.54	4,194.33	217.00	145.74				
1.47	0.20	16.66	1,660.33	151.33	182.76				
2.15	0.20	35.99	1,025.00	173.00	213.24				
3.16	0.20	78.11	1,610.67	514.00	244.77				
3.16	0.60	25.20	5,039.00	520.67	243.89				
4.64	0.20	168.78	692.67	420.67	277.91				
4.64	0.60	55.42	2,113.33	419.67	279.09				
6.81	0.20	363.92	224.00	344.50	236.63				
6.81	0.60	120.47	685.00	348.00	237.13				
10.00	0.20	785.08	100.00	375.00	209.36				
10.00	0.60	260.86	297.50	373.50	207.78				
10.00	2.00	75.40	1,124.67	380.33	222.96				
14.68	0.20	1,692.24	26.00	264.00	166.66				
14.68	0.60	563.24	78.67	265.00	167.21				
14.68	2.00	166.11	287.00	260.33	183.14				
21.54	2.00	361.26	63.00	144.00	158.05				
31.62	2.00	782.12	129.00	694.00	145.38				
31.62	6.00	252.33	397.50	694.00	144.53				
46.42	2.00	1,689.25	105.00	1,064.00	166.70				
46.42	6.00	554.70	316.00	1,063.67	164.80				
68.13	6.00	1,205.77	-	-	-	<b>RESULTADO DE MODELO GEOELÉCTRICO</b>			
100.00	6.00	2,608.57	-	-	-				
146.80	6.00	2,608.57	-	-	-				
<b>Legenda:</b> Po : Valor de Resistividad Aparente (ohm-m) AB/2 : Espaciamento de Electrodo (m) MN : Espaciamento de Electrodo (m) K : Coeficiente Geométrico del Dispositivo ΔV : Diferencia de Voltaje (mV) I : Intensidad de Corriente Inyectada (mA)						<b>Coordenadas:</b> ESTE NORTE 649295 9351214			
						<b>Revisado:</b>  Wilbert José García Vera INGENIERO CIVIL C.I.P. 57387			



## PERFILES LITOLÓGICOS

  
Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57387





**PERFIL LITOLÓGICO REFERENCIAL: SEV - 02 -**  
**Margen Derecha Río Palo Blanco**


COTA (msnm)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	RESISTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
306	0.61		108.0 ohm-m	Material arcillo arenoso con presencia de humedad.
	2.62		427.0 ohm-m	Arenas y piedras de mediana dimensión
	1.00		28.2 ohm-m	Arenas, gravas y piedras de mediana dimensión saturadas
300	3.25		291.0 ohm-m	Material compuesto de piedras grandes fisuradas
290	20.80		97.3 ohm-m	Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas húmedas y gravas
280				
275	∞		1005.0 ohm-m	Material compacto compuesto probablemente de roca (Techo de Basamento Rocoso)
28.3 m = Profundidad de exploración				

  
**Wilbert José García Vera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



**PERFIL LITOLÓGICO REFERENCIAL: SEV - 01 -  
Margen Izquierda Río Palo Blanco**

COTA (msnm)	ESPESOR (m)	LITOLOGÍA	RESISTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
306.6	0.50		164.0 ohm-m	Material arcillo arenoso con presencia de humedad.
305	0.94		287.0 ohm-m	Material compuesto de piedras grandes con presencia de arcilla arenosa y humedad
	6.37		175.0 ohm-m	Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas húmedas y gravas
300				
	9.56		186.0 ohm-m	Material compuesto probablemente de piedras grandes fisuradas con presencia de arenas y gravas
290				
	∞		953.0 ohm-m	Material compacto compuesto probablemente de roca (Techo de Basamento Rocoso)
284				
17.4 m = Profundidad de exploración				

  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387



## PANEL FOTOGRÁFICO



Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57387



Foto N° 01 – Equipo de Sondajes Eléctricos Verticales



Foto N° 02 – Instalación de Equipo SEV's en Campo – Punto N° 1- Margen Izquierda Río Palo Blanco



  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387





Foto N° 03 – SEV 01 – Margen Izquierda Río Palo Blanco



Foto N° 04 – SEV N° 02 Margen Derecha Río Palo Blanco



  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387





Foto N° 05 – Extensión Máxima de Línea de Corriente de 46.42 m por lado



Foto N° 06 – Ejecución SEV N° 02



  
Wilbert José García Vera  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 57387



Foto N° 07 – SEV N° 01



Foto N° 08 – SEV N° 02



  
 Wilbert José García Vera  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 57387

## ANEXO N° 08: MEMORIA DE CÁLCULO

## ANEXO N° 8.01: MEMORIA DE CÁLCULO - LOSA

### DISEÑO ESTRUCTURAL LRFD S/C: HL – 93

#### 1) Especificaciones generales

Separación entre vigas	: 3.3 m
Longitud de Losa en Voladizo	: 1.45 m
Resistencia concreto $f'_c$	: 280 kg/cm
Fluencia del acero losa $f_y$	: 4200 kg/cm
Sobrecarga móvil S/C	: HL-93
Sobrecarga peatonal vereda	: 0.4 ton/m <sup>2</sup>
Peso baranda metálica	: 0.15 ton/m <sup>2</sup>
Pesos específico del concreto	: 2.4 ton/m <sup>3</sup>
Espesor del asfalto	: 0.05 m
Peso específico del asfalto	: 2.2 ton/m <sup>3</sup>

#### ESTADOS DE RESISTENCIA

Estado límite de resistencia I :  $M_u = n [1.25 * MDC + 1.5 * MDW + 1.75 (LL + IM)]$

Estado límite de servicio I :  $M_u = n [1 * MDC + 1 * MDW + 1 * (LL + IM)]$

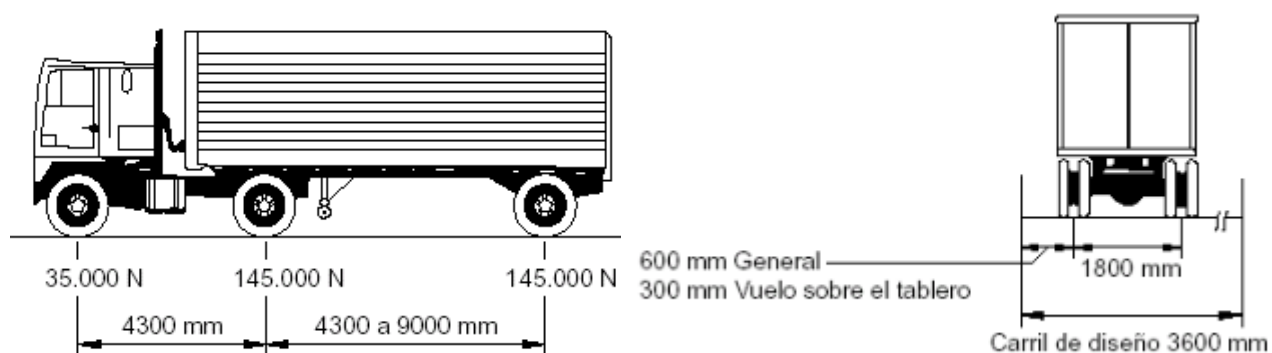
#### FACTORES DE RESISTENCIA

$\phi$  : 0.9 resistencia a flexión

#### RECUBRIMIENTOS

En losas superiores : 3 cm

#### CARACTERÍSTICAS DE CARGA DEL CAMION DE DISEÑO



#### 2) Pre dimensionamiento de losa

$t_{min}$	: 0.175 m
Espesor sacrificable	: 0.015 m
$t_s$	: 0.190 m
Asumimos $t_s$	: 0.200 m

Siguiendo el procedimiento del AASHTO LRFD considerando líneas de influencia para el cálculo de momentos:

$$M = \sum P * ci * Li$$

Diseñamos la losa como una viga continua con el refuerzo principal perpendicular a la vía siguiendo así las recomendaciones del AASHTO-LRFD para estos casos.

Diseño losa como viga continúa con un número de tramos ( ) igual a : 5

Número de vigas en el puente : 2

Para el cálculo de momentos usaremos el Método de las Líneas de Influencia.

Valores definitivos a usar:

$h = 0.200 \text{ m} = 200 \text{ mm}$

$Li = 2.30 \text{ m} = 2300 \text{ mm}$

Donde:

Espesor de losa :  $h$

Carga de una Llanta trasera Camión de Diseño :  $P$

Luz libre entre apoyos de cada tramo :  $Li$

### 3) Metrado de cargas para las condiciones de carga

#### Cargas a la que está sometida en este estado

Carga muerta de la estructura (DC).

Carga en carpeta asfáltica (DW).

Carga viva vehicular HL-93 (LL).

Impacto (IMP).

Carga peatonal (PL).

Carga en vereda (VS).

Área de vereda :  $0.26 \text{ m}^2$

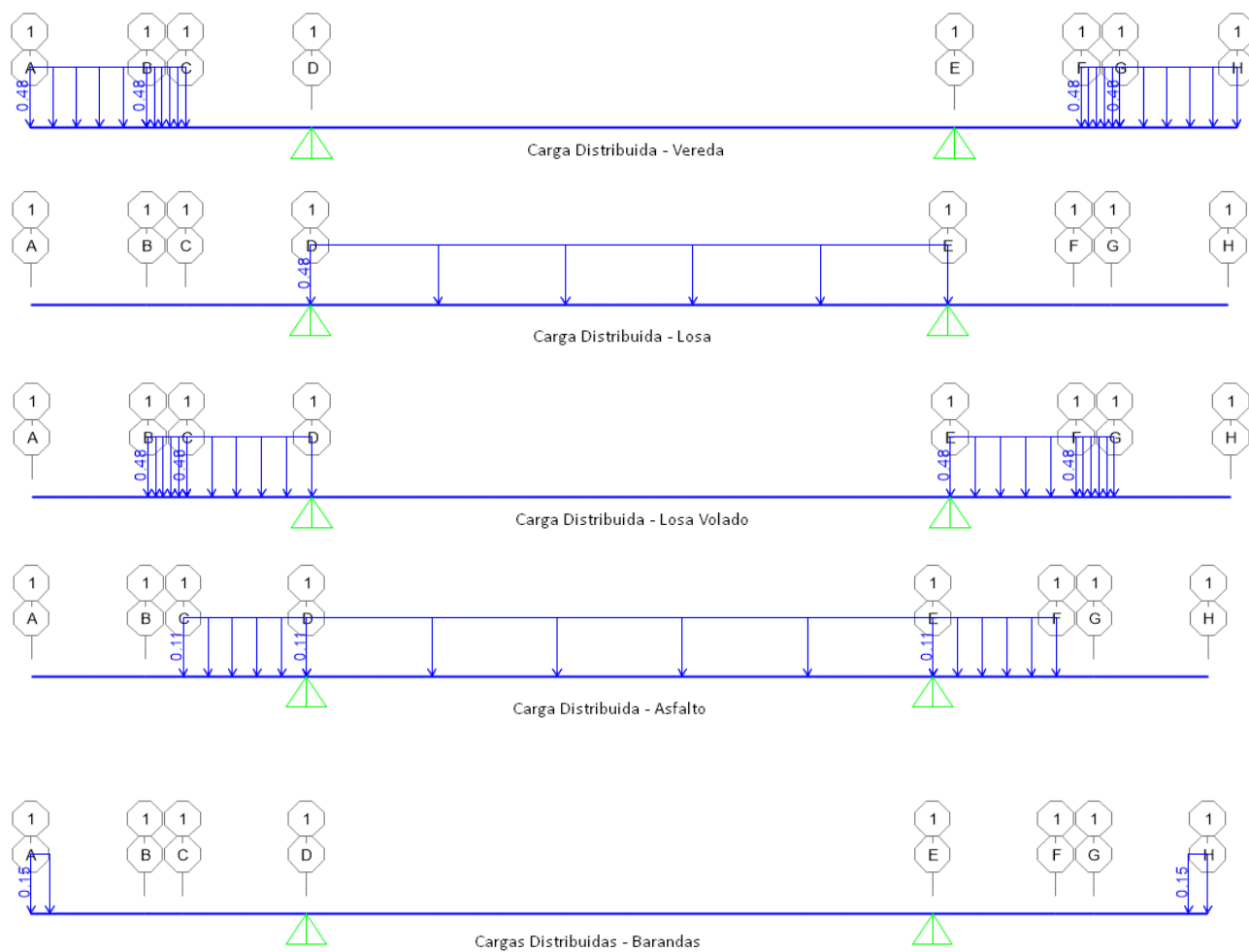
Ancho del ala superior de viga :  $0.45 \text{ m}$

Sobrecarga de barandas metálicas :  $0.15 \text{ ton/m}$

Sobrecarga peatonal :  $0.40 \text{ ton/m}$

Espesor de carpeta asfáltica :  $0.05 \text{ m}$

PESO DE COMPONENTES	TOTAL POR ANCHO UNIT. (1M) (Wi)
Vereda	0.48 ton/m
Losa ( $h = 0.20 \text{ m}$ )	0.48 ton/m
Volado de losa ( $h=0.20 \text{ m}$ )	0.48 ton/m <sup>2</sup>
Carpeta asfáltica ( $e=5 \text{ cm}$ )	0.11 ton/m <sup>2</sup>

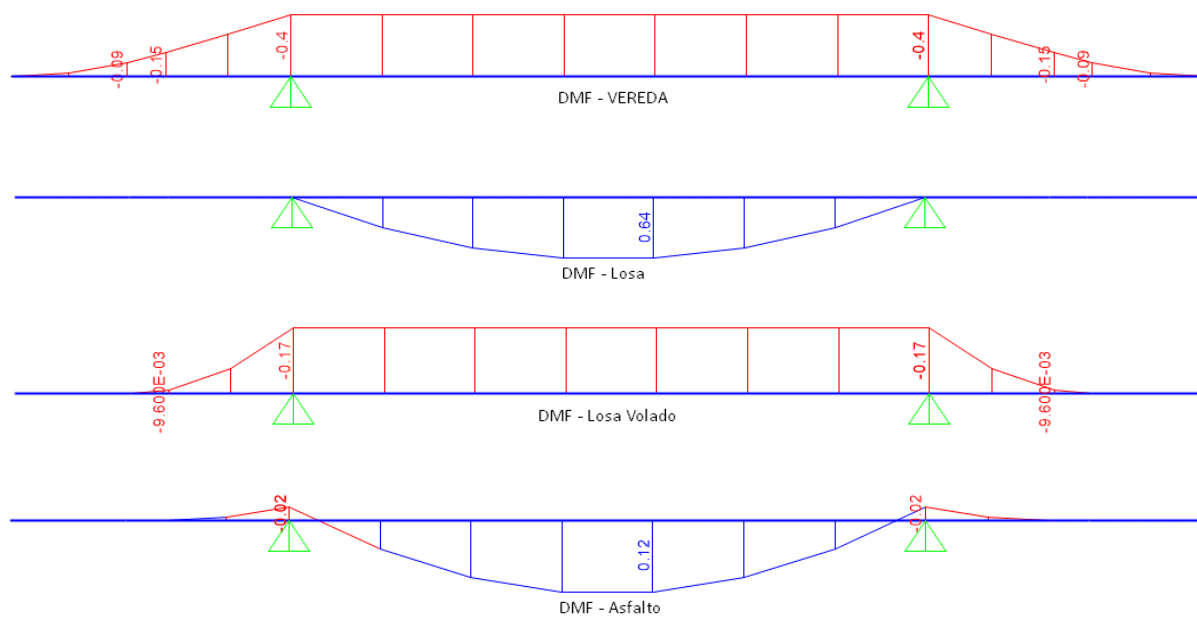


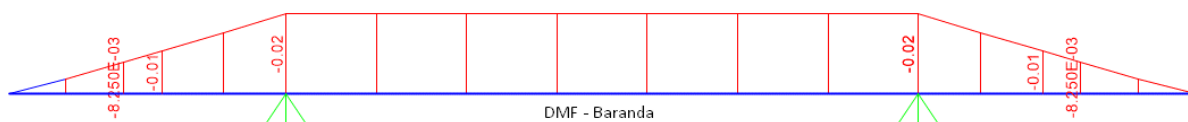
#### 4) Momentos flectores

Ubicación

a) Eje apoyo viga exterior

b) 4/10 del apoyo viga exterior al primer tramo interior





## 2.1) Momentos flectores por peso propio losa, asfalto, baranda, vereda (obtenidos del SAP 2000)

CARGA	TIPO	a)	b)
Losa	DC1	0.000	0.640
Losa Volado	DC1	-0.170	-0.170
Vereda	DC2	-0.400	-0.400
Baranda	DC2	-0.020	-0.020
Asfalto	DW	-0.02	0.12

## 2.2) Carga vehicular

El eje del camión de diseño tiene llantas espaciadas 1.80 m y debe posicionarse transversalmente para producir los efectos máximos tal que el centro de cualquier llanta no se acerque menos de 300mm del sardinel para el diseño del volado y 600mm del borde del carril para el diseño de los otros componentes.

### A) Momento negativo en el volado:

Siguiendo el procedimiento del AASHTO LRFD

Datos de ingreso:

Distancia del eje de viga exterior al borde de volado de vereda : 1.55m

Distancia del eje de viga exterior al borde de volado de losa (L) : 0.48 m

Distancia del borde de vereda al borde de la losa : 1.07 m

Distancia del borde de vereda a la llanta : 0.33 m

Valor de X (distancia del eje de la viga a la posición de la llanta) : 0.18 m

	Carga distribuida (Ton/m)	Distancia(m)	Momento (Ton-m)
Momento por Sobrecarga peatonal en 0.80 m de vereda:	0.367	0.800	0.029

### Momento flector por s/c hl-93 usando líneas de influencia

Factores de carga (m)	(A3.6.1.1.2)
Para 1 carril de carga	m= 1.200
Para 2 carriles de carga	m= 1.000

Carga crítica puntual P (t) = 7.40

Ancho transversal de carga de rueda (E)	(Tabla 4.6.2.1.3-1 AASHTO)
Para reaccion y momento en viga exterior	E(m)= 1.14+0.833.X
Para momento Positivos	E(m)= 0.66+0.55.S
Para momentos Negativos	E(m)= 1.22+0.25.S

Método líneas de influencia



$$M = m \frac{P}{E} \sum LIM$$

Reacción y momento en viga exterior

$$E(m) = 1.14 + 0.833.X$$

$$E(m) = 1.39 \text{ m}$$

Carga repartida por efecto de la Llanta trasera del Camión de Diseño:

$$W(m) = P/E(m)$$

$$W(m) = 5.32 \text{ t/m}$$

**Momento por sobrecarga vehicular:**

$$M_{200} = m * \frac{P}{E(m)} * X = m * W(m) * X$$

$$M_{200} = -1.92 \text{ t-m}$$

$$M_{\text{imp}}(\%) = -0.63 \text{ t-m Considerando } i=33\%$$

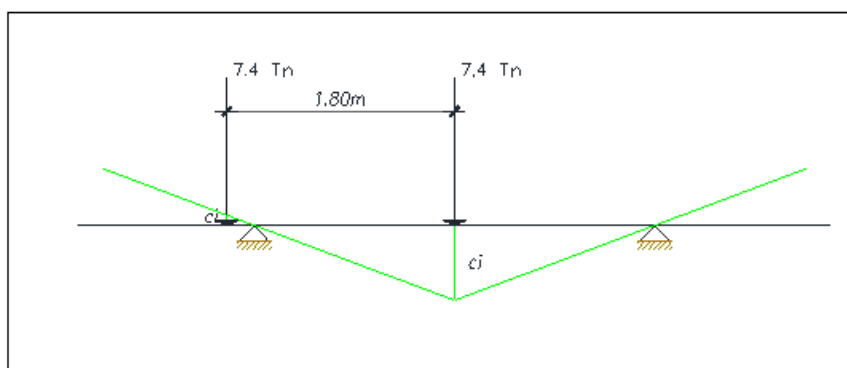
$$M_{\text{s/c peatonal}} = -0.03 \text{ t-m}$$

$$M_{\text{total}} = -2.58 \text{ t-m}$$

**B) Momento M LL +**

Para un solo tramo, el máximo momento flector (+) ocurre a 1/2 de la luz.

Esquema de Cargas del camión de Diseño en su posición más desfavorable para momento positivo



**Momentos positivo 250 en 0.5l para carga viva:**

$$MLL+ = \frac{M_{204}}{E(m)+} = \frac{m}{E(m)+} \sum P_i * c_i * L_i$$

$i$	$P_i$	$L_i$	$C_i$
1	7.40	1.45	0.6445
2	7.40	3.30	0.0025

Donde:

C1 : Coeficiente de Influencia positivo para la llanta trasera.



C2 : Coeficiente de Influencia negativo para la segunda llanta trasera en  $L_i/2$ .

$L_i$  : Luz libre entre apoyos.

E (m) :  $0.66+0.55.S$

m : Factor modificación de carga por múltiples carriles cargados (3.6.1.1.2-1 AASHTO).

E (m) : Ancho carga de rueda para momentos positivos mm (4.6.2.1.3 AASHTO).

E (m) : 2.475 m

# carriles	m
1	1.200
2	1.000

### Momentos Positivos por sobrecarga vehicular:

M LL+ = 2.321 t-m

M imp (%) = 0.76 t-m Considerando imp = 33%

M total = 3.08 t-m

### 5) Estado límite de resistencia I

$$Mu = n * (1.25 * M_{DC} + 1.5 * M_{DW} + 1.75 M_{LL+I})$$

nD = 1

nR = 1

nI = 1

n = nD x nR x nI

n = 1

M DC1: Momento de losa.

M DC2: Momento de volado + vereda (sec1, 2) + baranda metálica.

M PL : Momento por S/C peatonal.

$$Mu + 250 = 1.00 * (1.25 * M_{DC1}250 + 0.90 * M_{DC2}250 + 1.5 * M_{DW}250 + 1.75 M_{LL+I+PL}250)$$

M u (+) 250 = 5.79 t-m

$$Mu - 200 = 0.95 * (1.25 * M_{DC1}200 + 1.50 + M_{DW}200 + 1.75 M_{LL+I+PL}200)$$

M u (+) 250 = -5.28 t-m

### 6) Calculo del acero de refuerzo den la losa del puente

Considerando para el análisis una sección de 1m de losa transversal.

El acero positivo obtenido en este análisis será colocado en la losa

El acero de refuerzo negativo y el refuerzo de distribución obtenido en este análisis será colocado en la losa.

Formulas a utilizar:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$s = \frac{as}{A_s}$$

Donde:

Mu : Momento Ultimo.

B : Ancho unitario de Losa para el análisis (1m.)

As : Area de Acero Total.

As : Area de Acero para un determinado diametro de varilla.

D : Peralte.

S : Espaciamiento entre varillas.

#### **a. Acero positivo**

Parámetros de diseño:

F'<sub>c</sub> = 280 kg/cm<sup>2</sup>

F<sub>y</sub> = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

d = espesor losa – recubrimiento - cg refuerzo.

h = 0.20 m

b = 1.00 m

bw = 0.45 m

Recubrimiento = 0.040 m

d = 0.154 m

Mu = 5.79 t-m

a (inicial) = 1.40cm

As = 10.45 cm<sup>2</sup>

a = 1.84 cn

s con 5/8" = 18.94 cm

s con 1/2" = 12.34 cm

Entonces la distribución del acero será: Usar **Ø 5/8" @ 17.5 cm**

**b. Acero Mínimo 5.7.3.3.2 AASHTO**

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $1.33M_u$  y

$$M_{cr} = \gamma_3 \left[ (\gamma_1 f_r + \gamma_2 f_{cpe}) s_c - M_{dnc} \left( \frac{s_c}{s_{nc}} - 1 \right) \right]$$

$$1.33 M_u = 7.70 \quad \text{t-m}$$

$$M_{cr} = 2.47 \text{ t-m}$$

$$\text{Menor valor} = 2.47 \text{ t-m}$$

$$A_s = 8.60 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.52 \text{ cm}$$

$$M_u = 4.75 \text{ t-m}$$

$4.75 > 2.47$  Cumple.

**c. Acero de temperatura (5.10.8 AASTHO)**

$$\text{Para } f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2: A_s \geq \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$

$$A_s \text{ temp} = 1.78 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{además } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_s \text{ temp} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Se usara } A_s \text{ temp.} = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Usando } \emptyset 3/8", s = 0.30 \text{ m}$$

$$S \text{ máx} = 3t = 0.60 \text{ m}$$

$$S \text{ máx} = 0.45 \text{ m}$$

Entonces la distribución del acero será: Usar  $\emptyset 3/8" @ 30 \text{ cm}$

**El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.**

**d. Acero de distribución (9.7.3.2 AASTHO)**

En la parte inferior de las losas se coloca armadura en la dirección secundaria en un porcentaje del acero positivo igual a:

$$\text{Si la armadura principal es perpendicular al tráfico: } \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67 \%$$

$$\text{Acero transversal} = 66.61 \% > 67 \%$$

$$A_s \text{ transv} = 0.67 (7.93) = 7.00 \text{ cm}^2$$

$$s \text{ con } 1/2" = 18.42 \text{ cm}$$

Entonces la distribución del acero será: Usar  $\emptyset 1/2" @ 17.5 \text{ cm}$

**7) Resumen refuerzo en losa**

$$\text{Acero positivo} = \emptyset 5/8" @ 17.5 \text{ cm}$$

$$\text{Acero de temperatura} = \emptyset 3/8" @ 30 \text{ cm} \text{ en ambos sentidos}$$

$$\text{Acero de distribución} = \emptyset 1/2" @ 17.5 \text{ cm} \text{ abajo longitudinal}$$

**a. Acero de refuerzo en el volado de la losa**

Refuerzo negativo en el volado

Parámetros de diseño

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$d$  = espesor losa – recubrimiento - cg refuerzo.

$$h = 0.20 \text{ m}$$

$$b = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{recubri.} = 0.000 \text{ m}$$

$$d = 0.154 \text{ m}$$

$$M_u = 5.28 \text{ t-m}$$

$$a \text{ (inicial)} = 1.174 \text{ cm}$$

$$A_s = 9.45 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.66 \text{ cm}$$

$$s \text{ con } 5/8'' = 20.95 \text{ cm}$$

$$s \text{ con } 1/2'' = 13.648 \text{ cm}$$

Entonces la distribución del acero será: Usar  $\emptyset 1/2'' @ 15 \text{ cm}$

**8) Revisión de fisuración por distribución de armadura**

Acero positivo

Momento actuante  $M_s$  250

$$M_s 250 = 3.43 \text{ t-m/m}$$

Para un ancho tributario de 0.15 m:

$$M_s = (2.39 \text{ t-m/m}) (0.15) = 0.51 \text{ t-m}$$

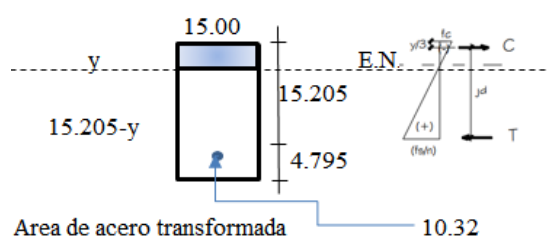
Ubicación del Eje neutro

$$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 252671.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = E_s / E_c = 7.92$$

$$d_c = 4.79 \text{ cm}$$



Momentos respecto del eje neutro para determinar  $y$ :

$$15y(y/2)=10.32(15.205-y)$$

$$y = 3.44$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

$$jd = d - y/3 = 14.06 \text{ cm}$$

Luego, el esfuerzo del acero es:

$$f_{ss} = M_s / (jd \cdot A_s) = 2835 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.6 F_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{ss} < 0.6 F_y \quad \text{Cumple}$$

Separación máxima de la armadura

$$S_{\max} = \frac{125,000 y_e}{B_s f_{ss}} - 2d_c$$

$$y_e = 0.75 \text{ Exposición severa}$$

$$b_s = 1.45$$

$$S_{\max} = 13.21 \text{ cm}$$

$$23.16 > 15 \text{ cm Cumple}$$

## ANEXO N° 8.02: MEMORIA DE CÁLCULO - VIGAS DE SECCION COMPUESTA

### ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL - AASHTO LRFD

#### 1) Datos iniciales

L	= 42 m	luz / longitud
N° Vi	= 2	Cantidad de vigas
S	= 3.3 m	Distancia entre vigas
Lv	= 1.45 m	Voladizo de la losa
Haunch	= 0.05 m	Concreto de nivelación

#### 2) Propiedades de los materiales

Acero estructural:

$$F_y = 345.00 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200\,000.00 \text{ Mpa}$$

Concreto:

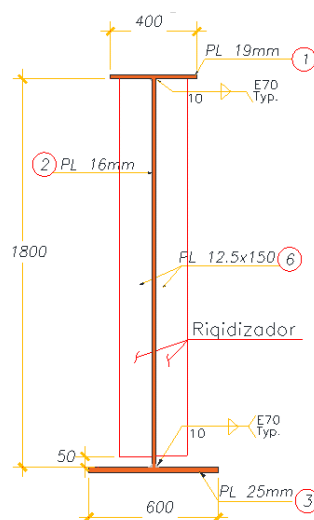
$$F'_c = 28.00 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 26\,752.5 \text{ Mpa}$$

$$n = 8.00$$

#### 3) Dimensiones de la viga de acero

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 4	
bfb =	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0	mm Ancho de Ala Inferior
tfb =	25.0	25.0	25.0	32.0	32.0	32.0	mm Espesor de Ala Inferior
hw =	1,800.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	1,800.0	mm Peralte del Alma
tw =	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	mm Espesor de Alma
bft =	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	400.0	mm Ancho de Ala Superior
tft =	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	mm Espesor de Ala Superior



#### 4) Propiedades de la viga de acero para la secuencia de carga (6.10.1.1a AASHTO)

Sección de acero: Viga de acero.

Ht : Peralte total

A : Área

Yb : Centro de gravedad

Ixx : Inercia

Sxb : Módulo de sección

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	
Ht =	1844	1844	1844	1851	1851	1851	mm
A =	51400	51400	51400	55600	55600	55600	mm <sup>2</sup>
Yb =	793.2	793.2	793.2	740.0	740.0	740.0	mm
Yt =	1,050.8	1,050.8	1,050.8	1,111.0	1,111.0	1,111.0	mm
Ixx =	25,660,568,427.5	25,660,568,427.5	25,660,568,427.5	28,125,154,212.6	28,125,154,212.6	28,125,154,212.6	mm <sup>4</sup>
Sxb =	32,351,310.3	32,351,310.3	32,351,310.3	38,006,780.4	38,006,780.4	38,006,780.4	mm <sup>3</sup>
Sxt =	24,419,678.2	24,419,678.2	24,419,678.2	25,315,252.3	25,315,252.3	25,315,252.3	mm <sup>3</sup>

Sección compuesta a largo plazo: Viga de acero + losa de concreto /3n

e losa : Espesor de losa

b losa : Ancho de losa

Ht : Peralte total

A : Área

Yb : Centro de gravedad

Ixx : Inercia

Sxb : Modulo de sección

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	
e losa =	200.0	229.4	200.0	200.0	200.0	200.0	mm
b losa =	108.3	123.1	108.3	108.3	108.3	108.3	mm
Ht =	2,044.0	2,073.4	2,044.0	2,051.0	2,051.0	2,051.0	mm
A =	73,066.7	79,639.1	73,066.7	77,266.7	77,266.7	77,266.7	mm <sup>2</sup>
Yb =	1,134.4	1,206.5	1,134.4	1,079.6	1,079.6	1,079.6	mm
Yt =	909.6	866.9	909.6	971.4	971.4	971.4	mm
Ixx =	45,918,642,703.2	50,535,897,251.2	45,918,642,703.2	51,061,808,738.7	51,061,808,738.7	51,061,808,738.7	mm <sup>4</sup>
Sxb =	40,476,949.0	41,886,363.2	40,476,949.0	47,297,665.5	47,297,665.5	47,297,665.5	mm <sup>3</sup>
Sxt =	64,714,187.7	79,271,995.7	64,714,187.7	66,192,322.9	66,192,322.9	66,192,322.9	mm <sup>3</sup>
Sxc =	50,484,419.5	58,294,955.9	50,484,419.5	52,564,313.6	52,564,313.6	52,564,313.6	mm <sup>3</sup>

Sección compuesta a corto plazo: viga de acero + losa de concreto/n

e losa : Espesor de losa

b losa : Ancho de losa

Ht : Peralte total

A : Área

Yb : Centro de gravedad

Ixx : Inercia

Sxb : Modulo de sección

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	
e losa =	200.0	229.4	200.0	200.0	200.0	200.0	mm
b losa =	325.0	369.2	325.0	325.0	325.0	325.0	mm
Ht =	2,044.0	2,073.4	2,044.0	2,051.0	2,051.0	2,051.0	mm
A =	116,400.0	136,094.5	116,400.0	120,600.0	120,600.0	120,600.0	mm <sup>2</sup>
Yb =	1,435.8	1,518.5	1,435.8	1,392.7	1,392.7	1,392.7	mm
Yt =	608.2	554.9	608.2	658.3	658.3	658.3	mm
Ixx =	63,890,454,768.8	69,484,365,532.1	63,890,454,768.8	72,288,548,972.5	72,288,548,972.5	72,288,548,972.5	mm <sup>4</sup>
Sxb =	44,497,470.7	45,758,264.8	44,497,470.7	51,905,456.8	51,905,456.8	51,905,456.8	mm <sup>3</sup>
Sxt =	156,526,026.8	213,475,946.3	156,526,026.8	157,730,743.3	157,730,743.3	157,730,743.3	mm <sup>3</sup>
Sxc =	105,052,257.9	125,221,789.4	105,052,257.9	109,810,370.0	109,810,370.0	109,810,370.0	mm <sup>3</sup>

## 5) Verificación de los límites de proporción (AASHTO 6.10.2)

### a. Verificación de proporción de ala inferior

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5
bf/(2tf) =	12.00	12.00	12.00	9.38	9.38	9.38
bf/(2tf)<24?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
D/bf =	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07
D/bf < 6 ?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
tf/tw =	1.56	1.56	1.56	2.00	2.00	2.00
tf/tw>1.1?	OK	OK	OK	OK	OK	OK

### b. Verificación de proporción de ala superior

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5
bf/(2tf) =	10.53	10.53	10.53	10.53	10.53	10.53
bf/(2tf)<12?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
D/bf =	4.61	4.61	4.61	4.63	4.63	4.63
D/bf < 6 ?	OK	OK	OK	OK	OK	OK
tf/tw =	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
tf/tw>1.1?	OK	OK	OK	OK	OK	OK

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	
Iyc =	101,333,333.3	101,333,333.3	101,333,333.3	101,333,333.3	101,333,333.3	101,333,333.3	mm <sup>4</sup>
Iy =	203,281,066.7	203,281,066.7	203,281,066.7	203,281,066.7	203,281,066.7	203,281,066.7	mm <sup>4</sup>
Iyc/Iy =	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
0.1<Iyc/Iy<10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	



## c. Verificación de proporción de alma

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5
D/tw =	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5	112.5
D/tw < 150	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.
Prt =	0	0	0	0	0	0	KN
Prb =	0	0	0	0	0	0	KN
Ps =	12,376.0	12,376.0	12,376.0	12,376.0	12,376.0	12,376.0	KN
Pc =	2,622.0	2,622.0	2,622.0	2,622.0	2,622.0	2,622.0	KN
Pw =	9,936.0	9,936.0	9,936.0	9,936.0	9,936.0	9,936.0	KN
Pt =	5,175.0	5,175.0	5,175.0	6,624.0	6,624.0	6,624.0	KN

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.
drt =	50	50	50	50	50	50	mm
drb =	170	170	170	170	170	170	mm
ds =	100	100	100	100	100	100	mm
dc =	209.5	209.5	209.5	209.5	209.5	209.5	mm
dw =	1119	1119	1119	1119	1119	1119	mm
dt =	2031.5	2031.5	2031.5	2035	2035	2035	mm

## Caso I

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	
(1)	15,111.0	15,111.0	15,111.0	16,560.0	16,560.0	16,560.0	Pw+Pt
(2)	14,998.0	14,998.0	14,998.0	14,998.0	14,998.0	14,998.0	Prt+Prb+Ps
(1)>(2)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
Y NAP =	10.2	10.2	10.2	141.5	141.5	141.5	
d NAP =	279.2	279.2	279.2	410.5	410.5	410.5	

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5
d rt =	229.2	229.2	229.2	360.5	360.5	360.5
d rb =	109.2	109.2	109.2	240.5	240.5	240.5
d s =	179.2	179.2	179.2	310.5	310.5	310.5
d c =	69.7	69.7	69.7	201.0	201.0	201.0
d w =	839.8	839.8	839.8	708.5	708.5	708.5
d t =	1,752.3	1,752.3	1,752.3	1,624.5	1,624.5	1,624.5

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.	Descripción
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5		
Condición	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Mp =	20,310,312.2	20,310,312.2	20,310,312.2	22,777,436.8	22,777,436.8	22,777,436.8	N-m	Momento Plastico
DPNA =	279.2	279.2	279.2	410.5	410.5	410.5	mm	Eje Neutro Plastico

#### d. Verificación de la compacidad de la sección (6.10.7.1 AASHTO)

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	
Caso	Caso I	Caso I	Caso I	Caso I	Caso I	Caso I	
Dwc (mm) =	60.24	60.24	60.24	191.49	191.49	191.49	mm
Dcp =	60.24	60.24	60.24	191.49	191.49	191.49	
2*Dcp/tw (l	7.53	7.53	7.53	23.94	23.94	23.94	
3.76*(E/Fyc	90.53	90.53	90.53	90.53	90.53	90.53	
(1) < (2) ?	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
	Sección compacta	Sección compacta	Sección compacta	Sección compacta	Sección compacta	Sección compacta	

Carga viva HL – 93

					Und.	Descripción
Camion	P/4	P	P	Ptotal		
	35000.00	145000.00	145000.00	325000.00	N	Carga por eje
		4.30	4.30		m	Distancia entre ejes

Carga uniformemente distribuida  $w = 9300.00 \text{ N/m}$

#### e. Momentos de flexión

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.	Descripción
X(m)	0.00	4.20	8.40	12.60	16.80	21.00		
Mpp vigas	0.00	386.75	687.56	976.16	1115.61	1162.09	KN-m/vig	Peso Propio
Mpp losa	0.00	1040.20	1849.24	2427.12	2773.85	2889.43		
Mcp veredas	0.00	30.71	54.59	71.65	81.88	85.29	KN-m/vig	Cargas Permanentes
Mcp asfalto	0.00	165.03	293.39	385.07	440.08	458.42		
Mcp baranda	0.00	31.26	55.57	72.93	83.35	86.82		
MLL+IM	0.00	2475.00	4372.00	5693.00	6476.00	6702.00	KN-m/vig	Carga Viva + Impacto

Factores de Resistencia

$\phi_f = 1.00$  Flexión

$\phi_v = 1.00$  Cortante

$\phi_c = 0.90$  Compresión Axial

$\phi_{sc} = 0.85$  Conectores de Corte

Factores de Modificación de Carga

$\eta_D = 0.95$

Ductilidad

$$\eta_R = 1.00$$

Redundancia

$$\eta_i = 1.05$$

Importancia

$$\eta_D * \eta_R * \eta_i = 1.00$$

Factores de Combinación de Carga

$$\gamma_p DC = 1.25$$

$$\gamma_p DW = 1.50$$

$$\gamma_p LL = 1.75$$

## 6) Estado límite de resistencia I

### a. Verificación de resistencia ultima en flexión

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Unidad	Descripción
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5		
$M_p =$	20,310.3	20,310.3	20,310.3	22,777.4	22,777.4	22,777.4	KN-m	Momento Plastico
$D_p =$	279.2	279.2	279.2	410.5	410.5	410.5	mm	DP = Y
$D_t =$	2,044.0	2,044.0	2,044.0	2,051.0	2,051.0	2,051.0	mm	Altura de la viga + losa
$D_p/D_t =$	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	Si $D_p/D_t < 0.1$ $M_n = M_p$ , Si $D_p/D_t > 0.1$ Reducir $M_p$	
$M_n =$	19,789.8	19,789.8	19,789.8	21,180.8	21,180.8	21,180.8	KN-m	
$M_{u,r} =$	19,789.8	19,789.8	19,789.8	21,180.8	21,180.8	21,180.8	KN-M	
$M_{u,a} =$	0.0	6,439.3	11,398.7	14,973.8	17,060.0	17,694.4	KN-m/viga	
$FS =$		3.1	1.7	1.4	1.2	1.2		
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

### b. Requerimientos de ductilidad (6.10.7.3 AASHTO)

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5
$D_p/D_t =$	0.1366	0.1366	0.1366	0.2001	0.2001	0.2001
$D_p/D_t < 0.42?$	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## 7) Estado límite de servicio II

### a. Verificación de esfuerzos de flexión (6.10.4.2.2 AASHTO)

Construcción: apuntalada

Esfuerzos de la sección no compuesta

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.		
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5			
$f_{bDC1} =$	0.00	44.11	78.41	89.54	102.34	106.60			
$f_{btotal} =$	0.00	44.11	78.41	89.54	102.34	106.60	Mpa	$\leq 0.95.F_y =$	327.8
	OK	OK	OK	OK	OK	OK			

## Esfuerzos en la sección compuesta a largo plazo

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL		
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.	
fbDC1 =	0	34.07	62.67	71.95	82.23	85.66		
fbDC2 =	0	1.48	2.72	3.06	3.49	3.64		
fbDw =	0	3.94	7.25	8.14	9.30	9.69		
fbtotal =	0	39.49	72.64	83.15	95.03	98.99	Mpa	$\leq 0.95.Fy = 327.8$
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

## Esfuerzos en la sección compuesta a corto plazo

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL		
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.	
fbDC1 =	0.00	31.18	57.01	65.57	74.93	78.06		
fbDC2 =	0.00	1.35	2.48	2.79	3.18	3.32		
fbDw =	0.00	3.61	6.59	7.42	8.48	8.83		
fbLL+IM =	0.00	70.32	127.73	142.58	162.19	167.86		
fbtotal =	0.00	106.46	193.81	218.36	248.79	258.06	Mpa	$\leq 0.95.Fy = 327.75$
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

## b. Fuerzas cortantes

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.	Descripción
X(m)	0	4.2	8.4	12.6	16.8	21		
Vpp vigas	87.19	69.75	52.31	37.73	18.86	0.00	KN/viga	Peso Propio
Vpp losa	269.68	215.74	161.81	107.87	53.94	0.00		
Vcp veredas	7.96	6.37	4.78	3.18	1.59	0.00	KN/viga	Cargas Permanentes
Vcp asfalto	42.79	34.23	25.67	17.11	8.56	0.00		
Vcp barandas	8.10	6.48	4.86	3.24	1.62	0.00		
VLL+IM	614.18	531.19	452.40	377.78	307.36	241.11	KN/viga	Carga Viva + Impacto
<b>Vu,a =</b>	<b>1605.15</b>	<b>1353.87</b>	<b>1109.90</b>	<b>876.82</b>	<b>645.72</b>	<b>421.95</b>	<b>KN/viga</b>	

## 8) Resistencia al corte (6.10.9 AASHTO)

## a. Almas sin rigidizar (6.10.9.2 AASHTO)

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL		Descripción
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.	
Vp =	5,762.88	5,762.88	5,762.88	5,762.88	5,762.88	5,762.88	KN	$Vp=0.58*Fyw*D*tw$
D/tw =	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50		
$1.12 \sqrt{Ek/Fyw} =$	60.30	60.30	60.30	60.30	60.30	60.30		Asumimos k=5.0
$1.40 \sqrt{Ek/Fyw} =$	75.37	75.37	75.37	75.37	75.37	75.37		Asumimos k=5.0
C =	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36		Relacion Esf. Pandeo al Esf. Fluencia
Vn =	2,072.12	2,072.12	2,072.12	2,072.12	2,072.12	2,072.12	KN	$Vn=C*Vp$
Vu,r =	2,072.12	2,072.12	2,072.12	2,072.12	2,072.12	2,072.12	KN	$Vu,r=\phi_v*Vp$
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

**b. Almas rigidizadas (6.10.9.3 AASHTO)**

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL		
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.	Descripción
$V_p =$	5762.88	5762.88	5762.88	5762.88	5762.88	5762.88	KN	$V_p = 0.58 * F_{yw} * D * t_w$
$D/t_w =$	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50	112.50		
$2.5 \geq$	2.50	2.50	2.50	2.10	2.10	2.10		$2D t_w / (b f c t f c + b f t t f t)$
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
$d_0 =$	3000.00	3000.00	3500.00	3500.00	4000.00	4000.00	mm	
$k =$	6.89	6.89	6.39	6.40	6.07	6.07		coeficiente de pandeo por corte
$1.12 \sqrt{(E k / F_{yw})} =$	70.78	70.78	68.16	68.21	66.44	66.44		
$1.40 \sqrt{(E k / F_{yw})} =$	88.47	88.47	85.19	85.27	83.05	83.05		
$C =$	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36		Relacion Esf. Pandeo al Esf. Fluencia
$V_n =$	4053.25	4053.25	3958.30	3960.64	3878.14	3878.14	KN	$V_n = C * V_p$
$V_{u,r} =$	4053.25	4053.25	3958.30	3960.64	3878.14	3878.14	KN	$V_{u,r} = \phi_v * V_p$
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

**9) Rigidizadores (6.10.11 AASHTO)****6.1) Rigidizadores transversales intermedios (6.10.11.1 AASHTO)**

A continuación se mostrarán los resultados de los rigidizadores:

$b t =$	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	mm
$t_p =$	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	mm

Como se puede observar en el cuadro anterior el ancho y alto de la plancha rigidizadora es continua.

**a. Verificación de ancho**

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.
(1) $50 + D/30 =$	110	110	110	110	110	110	mm
(2) $16 * t_p =$	200	200	200	200	200	200	mm
(3) $b f / 4 =$	100	100	100	100	100	100	mm
$b t > (1)? =$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
$b t < (2)? =$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
$b t > (3)? =$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**b. Verificación de rigidez**

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5
$J =$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
$I_{req} =$	2929687.5	2929687.5	3417968.8	3417968.8	3906250	3906250
$I_t =$	14062500	14062500	14062500	14062500	14062500	14062500
$I_t > I_{req} =?$	OK	OK	OK	OK	OK	OK

**c. Verificación por área**

B = 1.00 Atiesadores en par

1.80 Angulo simple

2.40 Atiesador

Simple

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL		
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.	Descripción
C =	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36		
Vu =	1605.15	1353.87	1109.90	876.82	645.72	421.95	Tn	
Vr =	4053.25	4053.25	3958.30	3960.64	3878.14	3878.14	Tn	
Fyw =	345	345	345	345	345	345	MPa	Mín. resist. a la fluencia en un alma
Fcr =	345	345	345	345	345	345	MPa	Esf. de pandeo local para el rigidizador

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	
	Seccion 1	Seccion 1	Seccion 2	Seccion 3	Seccion 4	Seccion 5	Und.
As>	-1978.43	-2390.10	-2746.14	-3138.00	-3502.41	-3885.55	mm <sup>2</sup>
As=	1875	1875	1875	1875	1875	1875	mm <sup>2</sup>
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	

**6.2) Rigidizadores de apoyo (6.10.11.2 AASHTO)**

bt = 150.00 mm

tp = 16.00 mm

**a. Verificación de ancho**(1)  $0.48 \cdot tp \cdot (E/Fy)^{0.5} = 184.91 \text{ mm}$ 

bt &lt; (1) ? OK

# rig (par) = 2

**b. Verificación por aplastamiento**(Rsb)n = 1932 KN (Rsb)n =  $1.4 A_p n F_{ys}$ (Rsb)r = 1642 KN (Rsb) r =  $\phi (Rsb)n$ 

(Rsb) r &gt; Vu? OK

**c. Verificación por compresión axial**

D = 1,800.0

x = - mm Distancia entre rigidizadores (para 2 pares de rigidizadores)

As = 9408 mm<sup>2</sup> área de la columnaI = 42170965 mm<sup>4</sup>

rs = 67 mm

**d. Pandeo**

(1) b/t = 9.38

$$(2) k*(E/F_y)^{0.5} = 34.91$$

$$(1) < (2)? \quad \text{OK}$$

### e. Resistencia a la compresión

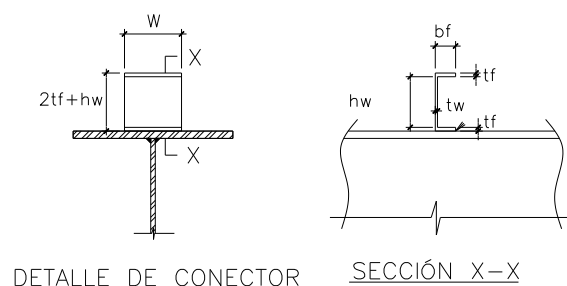
$$l = 0.071 < 2.25$$

$$P_n = 3151 \text{ KN}$$

$$\Phi * P_n = 2836 \text{ KN}$$

$$\Phi * P_n > V_u? \quad \text{OK}$$

### 10) Diseño de conectores



	Canal							Descripción
	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	und.	
X(m)	0.00	4.2	8.4	12.6	16.8	21.0		
bf=	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	cm	ancho ala
tf=	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	cm	espesor ala
hw=	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70	cm	canto alma
tw=	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	cm	espesor alma
w=	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	cm	long transv
p=	361.25	377.0	490.43	620.6	762.77	972.3	mm	separación max. de los conectores

#### 10.1) Diseño de conectores por fatiga (6.10.10.2 AASHTO)

Q : Mom. del área transferencia a corto plazo

I : Inercia de la sección compuesta a corto plazo

Vsr :  $V_{sr} = V_f * Q/I$

n : Cantidad por fila

ADTT : Numero de camiones por día

p : (Tabla 3.6.1.4.2-1 AASHTO)

ADTTsl:  $p * ADTT$

n : (Tabla 6.6.1.2.5-2 AASHTO)

N :  $365 * 75 * n * ADTTsl$  (6.6.1.2.5-3 AASHTO)

B : (6.10.10.2-6 AASHTO)

Zr :  $Z_r = Bw$

$p$  : separación máxima de los conectores

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
X(m)	0	4.2	8.4	12.6	16.8	21	
VLL+IM	227.47	196.74	167.55	139.92	113.84	89.30	KN/viga
Q =	46,031,559.28	55,465,599.65	46,031,559.28	49,289,726.37	49,289,726.37	49,289,726.37	mm3
I =	63,890,454,768.81	69,484,365,532.11	63,890,454,768.81	72,288,548,972.54	72,288,548,972.54	72,288,548,972.54	mm4
Vsr =	122.92	117.78	90.54	71.55	58.21	45.67	N/mm
n =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ADTT =	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	
p =	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
ADTTsl =	31.45	31.45	31.45	31.45	31.45	31.45	
n =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
N =	860,943.75	860,943.75	860,943.75	860,943.75	860,943.75	860,943.75	
B =	2,960.23	2,960.23	2,960.23	2,960.23	2,960.23	2,960.23	
Zr =	44,403.41	44,403.41	44,403.41	44,403.41	44,403.41	44,403.41	
p =	361.25	376.99	490.43	620.57	762.77	972.32	mm

## 10.2) Diseño de conectores por resistencia (6.10.10.2 AASHTO)

$b_f$  : ancho ala

$t_f$  : espesor ala

$h_w$  : canto alma

$t_w$  : espesor alma

$w$  : longitud transversal

$n$  : Cantidad por fila

$P_1$  :  $.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot t_s$

$P_2$  :  $A_s F_y$

$Q_n$  : resistencia nominal al corte de un conector

$Q_r$  :  $Q_r = \phi_s c Q_n$

$N$  : Conectores del centro de luz al apoyo

$s$  : Separación máxima de los conectores

**Distribución de conectores: 24 @ 0.35 m y resto @ 0.50 m**

## 11) Deflexiones y contraflechas

### a. Estado 1: viga de acero.

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	
X(m)	0	4.2	8.4	12.6	16.8	21	Und.
DC1 =	16.2	16.2	16.2	16.5	16.5	16.5	KN/m
I <sub>xx</sub> =	25,660,568,427.5	25,660,568,427.5	25,660,568,427.5	28,125,154,212.6	28,125,154,212.6	28,125,154,212.6	mm
E =	200,000.0	200,000.0	200,000.0	200,000.0	200,000.0	200,000.0	Mpa
$\delta_{DC1}$ =	0	40.11074081	75.88739545	96.68352032	113.2350085	118.9043688	mm

### b. Estado 2: viga de acero + losa de concreto/3n.



	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.
X(m)	0	4.2	8.4	12.6	16.8	21	
DC2 + DW =	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	KN/m
Ixx =	45,918,642,703.2	50,535,897,251.2	45,918,642,703.2	51,061,808,738.7	51,061,808,738.7	51,061,808,738.7	mm <sup>4</sup>
E =	200,000.0	200,000.0	200,000.0	200,000.0	200,000.0	200,000.0	Mpa
$\delta DC2 + \delta DW =$	-	3.4	7.0	8.6	10.1	10.6	mm

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.	Descripción
X(m)	0	4.2	8.4	12.6	16.8	21		
$\delta DC1 + \delta DC2 + \delta DW =$	0	43.47	82.88	105.29	123.32	129.49	mm	
+30% =	0	13.04	24.86	31.59	37.00	38.85	mm	Para considerar creep y montaje
$\delta DC =$	0	56.51	107.74	136.88	160.31	168.34	mm	

### c. Carga viva HL-93.

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Und.	Descripción
X(m)	0	4.2	8.4	12.6	16.8	21		
$\delta C =$	0	3.507	7.415	9.317	11.142	11.870	mm	Camión de diseño solo
$\delta w =$	0	2.926	6.092	7.500	8.784	9.224	mm	Carga dist.
$25\% \delta C + \delta w =$	0	3.803	7.946	9.830	11.570	12.192	mm	25% camión de diseño + carga dist.

$\delta_{max} =$  42 mm (2.5.2.6.2 AASHTO) OK

## ANEXO N° 8.03: MEMORIA DE CÁLCULO - APOYO DEL NEOPRENO

### 1) Características del apoyo a emplearse

Longitud del apoyo (dirección longitudinal del puente) L (mm)	= 400
Ancho del apoyo (dirección transversal del puente) W (mm)	= 500
Número de capas interiores de elastómero Ne	= 6
Espesor de cada capa interior de elastómero heint (mm)	= 20
Espesor de cada capa exterior de elastómero heext (mm)	= 6
Espesor plancha interior de refuerzo de acero hs (mm)	= 3
Espesor Total de los elastómeros het (mm)	= 132
Espesor Total del dispositivo de Apoyo h (mm)	= 153
Módulo de Corte del elastómero G (MPa)	= 0.9 a 1.38
Factor de forma S	= 5.56

### 2) Cargas de diseño

Fuerza vertical debido a cargas estáticas:	Pst (kN) = 416
Fuerza vertical debido a cargas cíclicas:	Pcy (kN) = 614
Esfuerzo de compresión debido a la carga estática $\sigma_s, st$ (MPa)	= 2.1
Esfuerzo de compresión debido a la carga cíclica $\sigma_s, cy$ (MPa)	= 3.1

### 3) Deformación por corte

Coefficiente de temperatura a (°C)	= 1.17E-05
Variación de Temperatura DT (°C)	= 30
Luz del puente Luz (m)	= 45
Deformación horizontal por Temperatura Dst (mm)	= 16
Deformación horizontal máxima del apoyo Ds=1.2 [Dst]=	19
Altura mínima del elastómero 2 Ds (mm)	= 38 < het <b>OK</b>

### 4) Compresión y rotación combinadas

Deformación unitaria de corte causada por la carga axial $\gamma_{a, st}$	= $0.58 \leq 3$
14.7.5.3.3-3 AASHTO $\gamma_{a, cy}$	= 0.86
Deformación unitaria de corte causada por la rotación $\gamma_{r, st}$	= 0.17
14.7.5.3.3-6 AASHTO $\gamma_{r, cy}$	= 0.07
Deformación unitaria de corte causada por el desplazamiento de corte $\gamma_{s, st}$	= 0.12
14.7.5.3.3-10 AASHTO	

$$(\gamma_{a,st} + \gamma_{r,st} + \gamma_{s,st}) + 1.75 (\gamma_a + \gamma_{r,y} + \gamma_{s,cy}) = 2.50 \leq 5.0$$

### 5) Estabilidad

$$A = 0.07$$

$$B = 0.05$$

$$\text{Esfuerzo máximo de compresión } G / (2 A - B) = 10.18 > sD+L$$

### 6) Refuerzo

$$\text{Esfuerzo de fluencia del refuerzo } f_y \text{ (MPa)} = 250$$

$$\text{Constante de amplitud de fatiga } \Delta FTH = 165 \text{ MPa Categoría A}$$

(AASHTO - LRFD 14.7.5.3.7)

$$\text{Espesor mínimo de la plancha interior de acero en servicio } h_{smin} \text{ (mm)} = 0.50 < h_s \text{ OK}$$

$$\text{Espesor mínimo de la plancha interior de acero en fatiga } h_{smin} \text{ (mm)} = 0.74 < h_s \text{ OK}$$

**ANEXO N° 8.04: MEMORIA DE CÁLCULO - VIGAS TRANSVERSALES  
(DIFRAGMA)**

**1) Características elásticas de la viga**

PERFIL		bf	tf	tw	D	h
	MESA SUP	25	1.25			
	ALMA			1.25	63.2	60.7
	MESA INF	25	1.25			

PARTE	X	Y	ÁREA	Y	SxY	Y^	SxY^	SxY^2	J0
ALA SUP	25.00	1.25	31.25	62.58	1955.47	30.98	967.97	29982.83	4.07
ALMA	1.25	60.70	75.88	31.60	2397.65	0.00	0.00	0.00	23296.72
ALA INF	25.00	1.25	31.25	0.63	19.53	-30.98	-967.97	29982.83	4.07
			138.38		4372.65		0.00	59965.66	23304.86

$$\text{Área} = 138.375 \text{ cm}^2$$

$$w_i = 2635.14 \text{ cm}^3$$

$$Y_i = 31.6 \text{ cm}$$

$$w_s = 2635.14 \text{ cm}^3$$

$$Y_s = 31.6 \text{ cm}$$

$$J = 83270.52 \text{ cm}^4$$

$$E = 200000 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 345 \text{ Mpa}$$

**2) Característica plásticas de la viga de acero:**

$$a = 30.35 \text{ cm}$$

$$b = 30.35 \text{ cm}$$

$$h = 60.7 \text{ cm}$$

	0.00xL	0.10xL	0.20xL	0.30xL	0.40xL	0.50xL	Descripción	
X(m)	0.00	4.2	8.4	12.6	16.8	21.0		
Lb (asumido)	6000	6000	6000	7000	7000	8000	mm	Distancia entre diafragmas
	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

$$C_{gs} = 22.3114047 \text{ cm}$$

$$C_{gi} = 22.3114047 \text{ cm}$$

**3) Verificación al momento de flexión**

**a. Verificación del pandeo local del alma**

$$h = 60.70$$

$$t_w = 1.25$$

$$l = h/t_w = 48.56$$

$$l_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53$$

### b. Verificación del pandeo local del ala

$$b_f = 25.00 \text{ cm}$$

$$t_f = 1.25 \text{ cm}$$

$$l = b_f/2 t_f = 10.00$$

$$l_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.15$$

$$l_r = 0.62 \sqrt{\frac{E \cdot W_s}{M_r}} = 18.28$$

$$f_r = 115.00 \text{ MPa}$$

$$M_r = (f_y - f_r) W_r = 60608.29 \text{ kNcm}$$

$$M_{pl} = 1065.13 \text{ kNm}, \phi = 0.90$$

### c. Esbeltez del alma

La esbeltez del alma de la sección que proporciona la resistencia a la flexión deberá satisfacer:

$$L_p = 2D_c/t_w \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y \cdot c}} \quad (6.10.6.2.2-1)$$

$$D_c (s5) = 30.35 \text{ mm} \quad l = 2D_c/t_w = 48.56$$

$$t_w (s5) = 1.25 \text{ mm}$$

$$Z = 3087.34 \text{ cm}^3 \quad l_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53$$

$$l_r = 5,7 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 137.24 \quad (6.10.6.2.3-1)$$

El momento resistente  $M_r = \phi \cdot M_n$  es determinado como sigue:

$$\text{Si } l < l_p \implies M_n = M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$\text{Si } l_p < l < l_r \implies M_n = M_{pl} - (M_{pl} - M_r) (l - l_p) / (l_r - l_p)$$

$$\text{Si } l > l_r \implies M_n = W_t \cdot K_{pg} \cdot f_y \text{ (ala en tensión)}$$

$$M_n = W_t \cdot K_{pg} \cdot f_{cr} \text{ (ala en compresión)}$$

$$\text{El valor de } l_{max} < 0,48E/RAIZ f_y \cdot (f_y + f_r) = 240.98 \quad \mathbf{OK}$$

$$M_{pl} = 1065.13 \text{ kNm}$$

$$M_r = (f_y - f_r) W_c = 606.1 \text{ kNm}$$

$$\text{Tensión residual } f_r = 115.00 \text{ MPa}$$

$$W_t = 2,635.14 \text{ cm}^3$$

$$W_c = 2,635.14 \text{ cm}^3 \quad \phi = 0.90$$

**Para el valor de Kpg tenemos:**

$$l = bf/2.t_f = 10.00$$

$$l_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.15$$

$$l_r = 0,87 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 20.95$$

$$\text{El valor de } K_{pg} = 1 - 0,0005(A_w/A_f) (h/t_w - 5,6 \sqrt{\frac{E}{f_{cr}}}) \leq 1$$

$f_{cr}$  = tensión de pandeo

Para:

$$l < l_p \implies f_{cr} = f_y$$

$$l_p < l < l_r \implies f_{cr} = f_y (1 - 0.5((l - l_p)/(l_r - l_p)))$$

$$l > l_r \implies f_{cr} = C_{pg}/l^2 \quad C_{pg} = 0,38E = 76000$$

$$f_{cr} = 332.56 \text{ Mpa} \implies K_{pg} = 1.1078 < 1$$

$$M_n = 909.12 \text{ kNm (ala en tensión)}$$

$$M_n = 876.35 \text{ kNm (ala en compresión)}$$

$$M_n A = 1065.13 \text{ kNm}, \quad M_r A = \emptyset. M_n A = 958.62 \text{ kNm}$$

Donde:

$D_c$  = profundidad de alma en compresión

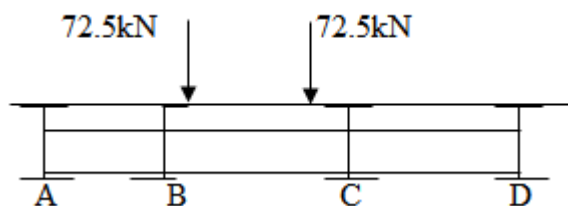
$f_{yc}$  = esfuerzo máximo de compresión por flexión elástica en el ala de compresión

Esbeltez del ala

$Z$  = Módulo plástico

### **Determinación de los esfuerzos**

Posicionando el camión de diseño sobre la viga transversal tenemos:



$$P = 72.50 \text{ kN}, \text{ impacto} = 33\%$$

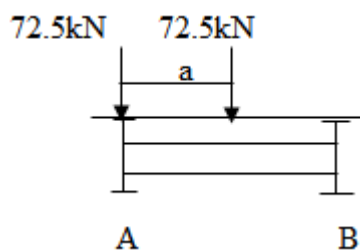
En el plano BC

$$M_{BC} = 289.3 \text{ kNm} \quad \text{n .S.yi. } M_i = 530.02 \text{ kNm}$$

$$M_r A = \emptyset. M_n A = 958.62 \text{ kNm} \quad \mathbf{OK}$$

$$M_B = 318.2 \text{ kNm} \quad \text{n .S.yi. } M_i = 583.03 \text{ kNm}$$

$$V_{B\text{derecha}} = 192.85 \text{ kN} \quad \text{n .S.yi. } V_i = 353.35 \text{ kN}$$

**d. Verificación al corte**

$$S = 330 \text{ cm}$$

$$a = 180 \text{ cm}$$

El corte máximo es:

$$V = 140.2545455 \text{ kN} \quad \text{n .S.yi. } V_i = 256.98 \text{ kN}$$

$$V_n = C \cdot V_p$$

$$V_p = 0,58 \cdot f_y \cdot D \cdot t_w = 1518.26 \text{ kN } k = 5$$

$$D = 60.70 \text{ cm}$$

$$t_w = 1.3 \text{ cm}$$

$$l = D/t_w = 48.56$$

$$l_p = 1,12 \sqrt{\frac{kE}{f_y}} = 60.30$$

$$l_r = 1,40 \sqrt{\frac{kE}{f_y}} = 75.37$$

$$C = 1,12 \cdot \sqrt{\frac{kE}{f_{yw}}} / (D/t_w) \quad l_p \leq l \leq l_r \quad (6.10.9.3.2.5)$$

$$C = 1,57 \cdot \sqrt{\frac{kE}{f_{yw}}} \cdot (D/t_w)^2 \quad l \geq l_r \quad (6.10.9.3.2.6)$$

$$C = 1.000$$

$$V_n = 1518.26 \text{ kN} \quad V_r = \emptyset \cdot V_n = 1366.4 \text{ kN}$$

$$\text{n .S.yi. } V_i = 256.98 \text{ Kn} \quad \text{OK}$$

**e. Verificación de las tensiones en la región de conexión**

En esta sección las alas superior e inferior no trabajan, así tenemos:

$$t_w = 1.25 \text{ cm}$$

$$h = 60.7 \text{ cm}$$

$$J = t_w \cdot h^3 / 12 = 23296.72 \text{ cm}^4$$

$$W_c = W_t = 1151.40 \text{ cm}^3 \text{ Modulo plástico}$$

$$\text{La tensión máxima es: } f_y = 251.24 \text{ MPa}$$

$$f_{y\max} = 582.00 \text{ MPa OK}$$

## ANEXO N° 8.05: MEMORIA DE CÁLCULO - DISEÑO SUB-ESTRUCTURA

### 1) Especificaciones generales

Luz libre	: 42.00 m	Luz entre los apoyos del puente
Número de vías	: 1.00	
Ancho total de la vía	: 4.50 m	comprende CARRILES +BERMA
Sobre ancho (Sa)	: 0.00	en caso de puentes curvos
Ancho del tablero	: 5.00 m	con sobre ancho y sin vereda
Espesor de losa	: 0.20 m	
Longitud losa al apoyada	: 0.45 m	longitud losa del extremo al apoyo en cajuela
Numero de vigas principales	: 2.00	solo para el caso de puentes con vigas
Peralte de la viga	: 1.85 m	
Ancho de la viga	: 0.60 m	
Numero de vigas Diafragma	: 9.00	solo para el caso de puentes con vigas
Ancho del diafragma	: 0.25 m	ancho del diafragma
Ancho de vereda	: 0.80 m	
Altura de vereda en losa	: 0.20 m	altura de la vereda desde la losa
Long. Volado vereda	: 0.60 m	
Peso baranda metalica	: 0.15 t/m	
Sobrecarga Movil S/C	: LRFD	Carga del vehículo
Sobrecarga repartida vehic:	: 0.95 t/m <sup>2</sup>	carga distribuida del vehículo
Sobrecarga peatonal vereda	: 0.40 t/m <sup>2</sup>	
Impacto en vereda	: 10.00 %	Por efecto de aglomeración de peatones
Resistencia concreto f'c	: 210.00 kg/cm <sup>2</sup>	Se asume por durabilidad del Co estribos
Fluencia del acero fy G60	: 4200.00 kg/cm <sup>2</sup>	Acero corrugado losas y estribo
Pesos específico del Co	: 2.40 ton/m <sup>3</sup>	
Espesor del asfalto	: 0.05 m	
Peso específico del asfalto	: 2.20 ton/m <sup>3</sup>	
Peso de acero	: 7.85 ton/m <sup>3</sup>	

### CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Peso específico del relleno	: 1.90 ton/m <sup>3</sup>	
Angulo fricción interna f	: 40 grados	estribo derecho
Angulo fricción interna f	: 40 grados	estribo izquierdo
Angulo fricción base d	: 0 grados	ángulo de fricción en la base de cimentación
Resistencia del suelo qn	: 6.00 kg/cm <sup>2</sup>	



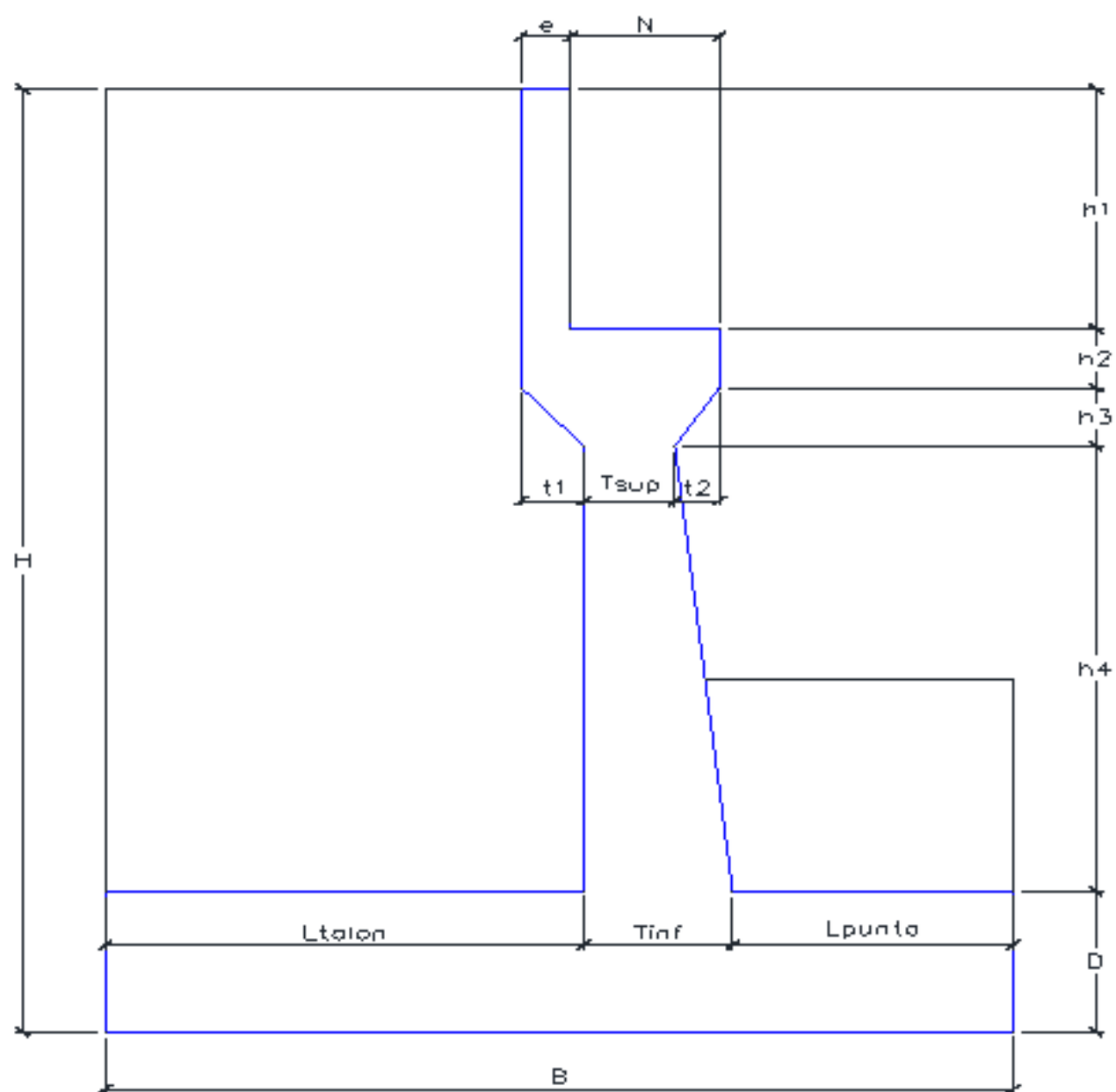
## CARACTERÍSTICAS GEODINÁMICA

Zonificación sísmica (Z)	: 3.00	Ubicación en el mapa
Factor de aceleración máx.	: 0.35 g	La aceleración máxima permitida PGA
Fpga	: 1.00	
Parámetros geotécnicos:		
Tipo de suelo	: tipo 1	Clase de Sitio B
Periodo de vibración (Tp)	: 0.40 seg	Periodo predominante
Factor de suelo (S)	: 1.00	

### 2) Pre dimensionado

Adoptamos

H			9.50 m	Altura del estribo
B	$= \frac{1}{2}H \sim \frac{2}{3}H$	$= 6.33$	7.00 m	Ancho del cimient
D	$= 0.1H$	$= 0.95$	1.40 m	Altura del cimient
Lpunta	$= B/3$	$= 2.33$	2.00 m	Longitud de punta
Tsup	$= H/24$	$= 0.40$	0.40 m	Grosor menor de pantalla
Tinf	$= 0.1H$	$= 0.95$	1.20 m	Grosor mayor de pantalla
N	$= \text{longitud mínima}$	$= 0.85$	1.00 m	Longitud de cajuela
e =			0.30 m	Espesor de Parapeto
h1 =			2.05 m	Altura de Parapeto
t1 =			0.55 m	
t2 =			0.35 m	
h2 =			0.50 m	
h3 =			0.50 m	



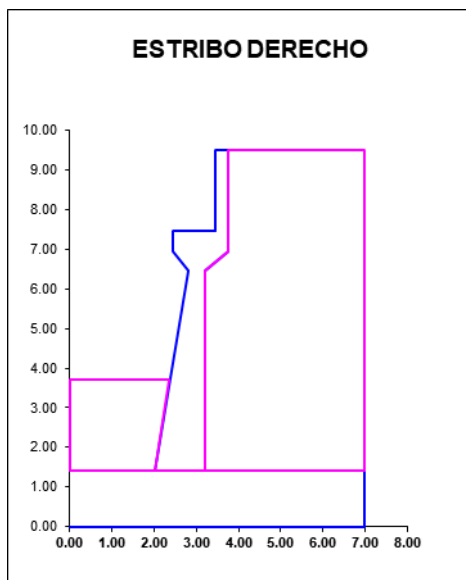
### 3) Caso I - Estribo con Puente

#### 1.1) Cargas verticales (considerando 1.00 m. de longitud de estribo)

##### Cargas DC

Peso Propio estribo de concreto armado (DC)

	COORD. ESTRIBOS		PROPIEDADES GEOMETRICAS Y MECANICAS		COORD. RELLENO	
	X	Y			X	Y
aplicacion (A)	0.00	0.00	AREA EST	15.53 m2	3.20	1.40
Ancho de Base	7.00	0.00	X	3.28 m	7.00	1.40
Peralte zapata	7.00	1.40	Y	2.17 m	7.00	9.50
ancho pie	3.20	1.40	F.conc	37.27 Ton	3.75	9.50
	3.20	6.45	M.conc	122.42 Ton-m	3.75	6.95
	3.75	6.95	M.Inercia Cc	81.06 Ton-m	3.20	6.45
	3.75	9.50	AREA REL	22.84 m2	3.20	1.40
	3.45	9.50	X	6.36 m	0.00	1.40
cajuela	3.45	7.45	Y	6.31 m	0.00	3.70
	2.45	7.45	F.relleno	43.39 Ton	2.35	3.70
	2.45	6.95	M.relleno	275.98 Ton-m	2.00	1.40
	2.80	6.45	M.Inercia rel	273.98 Ton-m		
punta	2.00	1.40	M.total (XX)	398.40 Ton-m		
	0.00	1.40	F.total	80.66 Ton		
			M.total (YY)	355.04 Ton-m		
			XX	4.94 m		
			YY	4.40 m		



DC = 37.27 ton/m

Xa = 3.28 m      Ya = 2.17 m

Peso Propio Superestructura:

tipo	Base/Area	altura/# elen	longitud	Wespecif./s/c	peso
losa	5.00	0.20	42.90	2.40	102.96 Ton
vereda	0.16	2.00	42.90	2.40	32.95 Ton
s/c vereda	0.80	2.00	42.90	0.40	27.46 Ton
baranda	0.15	2.00	42.90	1.00	12.87 Ton
diafragma	0.02	9.00	6.90	7.85	7.80 Ton
vigas princip	0.06	2.00	42.90	7.85	42.77 Ton

**TOTAL = 226.80 Ton**

PDC = 22.68 ton/m

Xa = 2.33 m

### Cargas DW

tipo	Base/Area	altura/# elen	longitud	Wespecif./s/c	peso
carp.asfalto	5.00	0.05	42.90	2.20	23.60 Ton

**TOTAL = 23.60 Ton**

PDW = 2.36 ton/m

Xa = 2.33 m

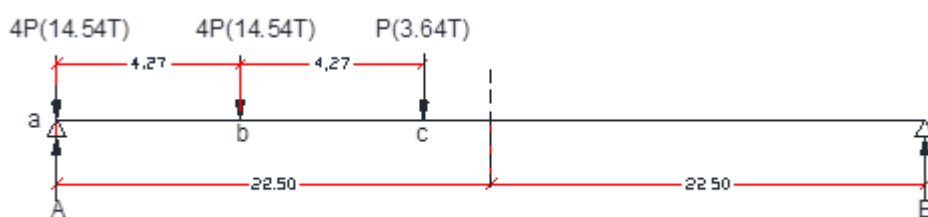
### Cargas EV (Peso del Terreno)

EV = 43.39 ton/m

Xa = 6.36 m      Ya = 6.31 m

### Cargas LL+IM

Carga Viva e impacto desde la superestructura



UBICACION DE LA CARGA PARA CORTANTE MAXIMO

L1= 0.00    P= 3.63 Ton

L2= 4.27    4P= 14.52 Ton

L/2= 21.00    4P= 14.52 Ton

L = 42.00

Efectuando equilibrio de fuerzas con respecto a FY

$$RA + RB = 9P \quad RA + RB = 32.66 \text{ Ton}$$

Determinación del momento con respecto al apoyo A

$$RB(L) = L^2 \cdot 4P + (L^2 + L^2)P$$

$$RB = 2.214 \text{ Ton-m}$$

$$RA = 30.447 \text{ Ton-m}$$

\*\*Cálculo del máximo cortante suponiendo que el tren de carga está al inicio del puente (a)

$$PLL+IM = 18.00 \text{ ton/m}$$

$$Xa = 2.33 \text{ m}$$

Altura del muro H (m)	Altura equivalente He (m)
1.50	1.20
3.00	0.90
6.00	0.60
> 6.00	0.60

9.50 Altura del muro (m)  
Interpolando He (m) = 0.60

$$LSy = 3.71 \text{ ton/m}$$

$$Xa = 5.38 \text{ m}$$

#### Resumen de Cargas Verticales

Carga	Tipo	V (ton/m)	Xa (m)	My (ton-m/m)
DC	DC	37.27	3.28	122.42
PDC	DC	22.68	2.33	52.84
PDW	DW	2.36	2.33	5.50
EV	EV	43.39	6.36	275.98
PLL+IM	LL+IM	18.00	2.33	41.93
LSy	LS	3.71	5.38	19.94
$\Sigma$		127.41		518.62

#### 1.2) Cargas horizontales (considerando 1.00 m. de longitud de estribo)

Cálculo del coeficiente de empuje activo

Si se permite que el estribo se mueva alejándose gradualmente de la masa de suelo, entonces el esfuerzo efectivo principal horizontal decrecerá, se alcanzará un estado en el que la condición de esfuerzo en el elemento de suelo será el estado de equilibrio plástico (condición en que cada punto de la masa de suelo está a punto de fallar) y ocurrirá la falla de suelo denominado Estado Activo de Rankine.

Se usará el coeficiente de Rankine para suelos homogéneos:

$$\phi = \text{Angulo de fricción del suelo (relleno)} = 40^\circ$$

$$\delta = \text{Angulo de fricción entre el suelo y el muro} = 0^\circ$$

$$\beta = \text{Angulo del material del suelo con la horizontal} = 0^\circ$$

$$\theta = \text{Angulo de inclinación del muro del lado del terreno} = 90^\circ$$

Para  $\delta = \beta = 0$  y  $\theta = 90^\circ$ , las formulas AASHTO (3.11.5.3-1) y (3.11.5.3-2) se convierten en

$$K_A = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = 0.22$$

Cargas actuantes:

Carga LS (sobrecarga por carga viva en el terreno)

Componente Horizontal de la sobrecarga por carga viva

$$p'' = K_A h_s = 0.25 \text{ ton/m}^2$$

$$LS_x = H(p'') = 2.35 \text{ ton/m}$$

$$Y_a = 4.75 \text{ m}$$

$$E_A = \frac{\gamma H^2}{2} K_A$$

Cargas EH (Presión lateral del terreno)

Por 8.05m de terreno

$$p = K_A h_s = 3.92 \text{ ton/m}^2$$

$$EH = 1/2 H(p) = 18.64 \text{ ton/m}^2$$

$$Y_a = 3.17 \text{ m}$$

Cargas EQ (acción sísmica)

a) Efecto combinado de Pae y Pir

Presión estática del terreno más su efecto dinámico (Pae)

$$\phi = \text{Angulo de fricción del suelo} = 40^\circ$$

$$\delta = \text{Angulo de fricción entre el suelo y el muro} = 0^\circ$$

$$\alpha = \text{Angulo del material del suelo con la horizontal} = 0^\circ$$

$$\beta = \text{Angulo de inclinación del muro con la vertical} = 0^\circ$$

$$k_h = F_{pga}(PGA) = 0.35 \quad 2.8.1.1.14.2.1$$

$$K_h = \text{coeficiente de aceleración horizontal} = 0.5k_h = 0.175 \quad 2.8.1.1.14.2.1$$

$$K_v = \text{coeficiente de aceleración vertical} = 0 \quad 2.8.1.1.14.2.2$$

$$\theta = \arctan \left( \frac{K_H}{1 - K_V} \right) = 9.93^\circ$$

Empuje activo dinámico por metro de estribo (método de Mononobe Okabe) EAE

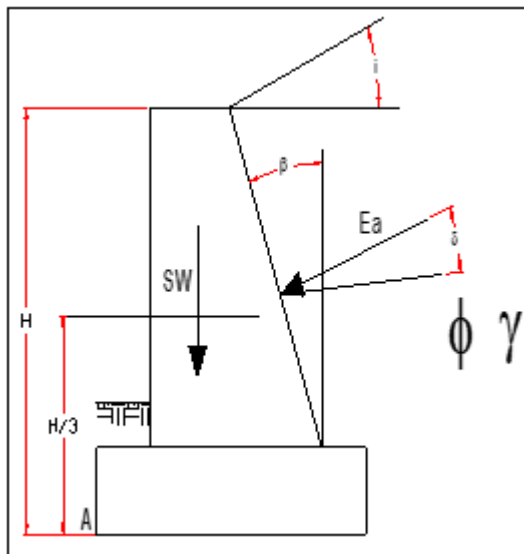
Según la categoría del comportamiento sísmico [NHY7J] estribos en voladizo que puedan desplazarse horizontalmente sin que exista algún tipo de restricción a este desplazamiento se recomienda el método pseudo-estático de Mononobe Okabe para la determinación del empuje

activo horizontales, se recomienda el uso de los coeficientes sísmicos a la mitad del coeficiente de la aceleración  $KH=A/2$  se desprecia los efectos de aceleración vertical

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \gamma (1 - K_v) K_{AE} H^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\psi \cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta + \beta + \theta)}$$

$$\psi = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin \alpha(\phi + \delta) \sin \alpha(\phi - i - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2$$



Sustituyendo valores tenemos:

$$y = 2.47$$

$$K_{AE} = 0.31$$

$$P_{AE} = 26.78 \text{ ton/m}$$

Acción sísmica del terreno (EQterr)

$$EQ_{TERR} = P_{AE} - EH$$

$$EQ_{TERR} = 8.14 \text{ ton/m}$$

$$Y_a = 4.75 \text{ m}$$

Fuerza inercial del estribo (Pir)

$$P_{ir} = kh(W_w + W_s)$$

$$P_{ir} = 14.12 \text{ ton/m}$$

$$Y_a = 4.40 \text{ m}$$

Efecto combinado de Pae y Pir

2.8.1.1.14.1

$$P_{ae} + 0.5P_{ir} = 33.84 \text{ ton/m}$$

$$(0.5P_{ae} > EH) + P_{ir} = 32.76 \text{ ton/m}$$

$$0.5P_{ir} = 7.058034375 \text{ ton/m}$$

b) Carga sísmica por superestructura (Peq):

Para los puentes de un solo tramo, independientemente de la zona sísmica en que se encuentren, la mínima sollicitación de diseño en una unión entre superestructura y subestructura en la dirección en la cual la unión está restringida no deberá ser menor que el producto, el





**Estribo con Puente****Cargas Verticales (Vu)**

Tipo	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$\Sigma$
Carga	DC	PDC	PDW	EV	PLL+IM	LSy	Vu (ton)
V(ton) =	37.27	22.68	2.36	43.39	18.00	3.71	127.41
y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	98.88
Resistencia Ia	33.54	20.41	1.53	43.39	0.00	0.00	
y=	1.25	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	175.05
Resistencia Ib	46.59	28.35	3.54	58.58	31.50	6.49	
y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	98.88
Ev. Extrem Ia	33.54	20.41	1.53	43.39	0.00	0.00	
y=	1.25	1.25	1.50	1.35	0.50	0.50	147.91
Ev. Extrem Ib	46.59	28.35	3.54	58.58	9.00	1.86	
y=	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	127.41
Servicio I	37.27	22.68	2.36	43.39	18.00	3.71	

**Momento Estabilizador por cargas verticales (Mvu)**

Tipo	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$\Sigma$
Carga	DC	PDC	PDW	EV	PLL+IM	LSy	Mvu (ton)
Mv(ton-m)	122.42	52.84	5.50	275.98	41.93	19.94	518.62
y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	437.29
Resistencia Ia	110.17	47.56	3.57	275.98	0.00	0.00	
y=	1.25	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	708.18
Resistencia Ib	153.02	66.06	8.25	372.58	73.39	34.90	
y=	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	437.29
Ev. Extrem Ia	110.17	47.56	3.57	275.98	0.00	0.00	
y=	1.25	1.25	1.50	1.35	0.50	0.50	630.84
Ev. Extrem Ib	153.02	66.06	8.25	372.58	20.97	9.97	
y=	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	518.62
Servicio I	122.42	52.84	5.50	275.98	41.93	19.94	

**Cargas Horizontales (Hu)**

Tipo	LS	EH	EQ			BR	$\Sigma$
Carga	LS	EH	Eqterr	0.5Pir	Peq	BR	Hu (ton)
H (ton)	2.35	18.64	8.14	7.06	8.76	2.29	47.25
y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	36.09
Resistencia Ia	4.12	27.96	0.00	0.00	0.00	4.00	
y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	36.09
Resistencia Ib	4.12	27.96	0.00	0.00	0.00	4.00	
y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	54.25
Ev. Extrem Ia	1.18	27.96	8.14	7.06	8.76	1.14	
y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	54.25
Ev. Extrem Ib	1.18	27.96	8.14	7.06	8.76	1.14	
y=	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	23.28
Servicio I	2.35	18.64	0.00	0.00	0.00	2.29	

**Momento de vuelco por cargas horizontales (Mhu)**

Tipo	LS	EH	EQ			BR	$\Sigma$
Carga	LS	EH	Eqt <sub>err</sub>	0.5P <sub>ir</sub>	P <sub>eq</sub>	BR	Mhu (ton)
Mh(ton-m)	11.19	59.04	38.67	31.07	74.27	25.83	240.06
y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	153.34
Resistencia Ia	19.58	88.55	0.00	0.00	0.00	45.21	
y=	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	153.34
Resistencia Ib	19.58	88.55	0.00	0.00	0.00	45.21	
y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	251.07
Ev. Extrem Ia	5.59	88.55	38.67	31.07	74.27	12.92	
y=	0.50	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	251.07
Ev. Extrem Ib	5.59	88.55	38.67	31.07	74.27	12.92	
y=	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	96.06
Servicio I	11.19	59.04	0.00	0.00	0.00	25.83	

**B) CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS****a) Vuelco alrededor del punto “A”**

Cálculo de emáx:

Estado límite de Resistencia (Según AASHTO, Art. 11.6.3.3):

Se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los dos tercios centrales ( $e \leq B/3$ ), excepto el caso de suelo rocoso en que se mantendrá en los 9/10 centrales ( $e \leq 0.45B$ ).

$$e_{\text{máx}} = B/3 = 2.33 \quad \text{m}$$

Estado límite de Evento Extremo (Según AASHTO, Art. 11.6.5.1):

Cuando  $\gamma_{EQ}=0$ , se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los 2/3 centrales del cimiento para cualquier suelo ( $e \leq B/3$ ).

Cuando  $\gamma_{EQ}=1$ , mantener la resultante dentro de los 8/10 centrales del cimiento para cualquier suelo ( $e \leq 2/5B$ ).

Para valores de  $\gamma_{EQ}$  entre 0 y 1.0, interpolar linealmente entre los valores especificados. En nuestro caso, utilizando  $\gamma_{EQ}=0.5$ , la interpolación señala el límite  $e \leq (11/30)B$ .

$$e_{\text{máx}} = (11/30)B = 2.57 \quad \text{m}$$

Estado Limite	Vu (Ton/m)	MVu (Ton-m/m)	MHu (Ton-m/m)	Xo	e	emax(m)	
				(Mv-Mh)/VL	B/2-Xo		
Resistencia Ia	98.88	437.29	153.34	2.87	0.63	2.33	O.K.!
Resistencia Ib	175.05	708.18	153.34	3.17	0.33	2.33	O.K.!
Evento Extrem	98.88	437.29	251.07	1.88	1.62	2.57	O.K.!
Evento Extrem	147.91	630.84	251.07	2.57	0.93	2.57	O.K.!

**b) Deslizamiento en base del estribo**

$$\mu = \text{tg } \phi = 0.84$$

Estado Limite	Vu (Ton/m)	RESISTENT	ACTUANTE	
		$F_f = \mu$ ( $\phi \tau V_u$ )	Hu	
Resistencia Ia	98.88	82.97	36.09	O.K.!
Resistencia Ib	175.05	146.88	36.09	O.K.!
Evento Extrem	98.88	82.97	54.25	O.K.!
Evento Extrem	147.91	124.11	54.25	O.K.!

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno ( $q_R$ )

1) Estado límite de Resistencia, con  $\phi_b = 0.55$  (Tabla 11.5.7-1):

$$q_R = \phi_b q_n \quad (10.6.3.1.1-1)$$

$$q_R = \phi_b (FS \cdot q_{adm}) = 3.3 \quad \text{kg/cm}^2$$

2) Estado límite de Evento Extremo, con  $\phi_b = 1.00$  (Art. 11.5.8):

$$q_R = \phi_b q_n \quad (10.6.3.1.1-1)$$

$$q_R = \phi_b (FS \cdot q_{adm}) = 6 \quad \text{kg/cm}^2$$

3) Estado límite de Servicio:

$$q_{adm} = 6.00 \quad \text{kg/cm}^2$$

Estado Limite	Vu (Ton/m)	MVu (Ton-m/m)	MHu (Ton-m/m)	Xo	e =	q =	
				(Mv-Mh)/VL	B/2-Xo	Vu/(B-2e)	
Resistencia Ia	98.88	437.29	153.34	2.87	0.63	1.72	O.K.!
Resistencia Ib	175.05	708.18	153.34	3.17	0.33	2.76	O.K.!
Evento Extrem	98.88	437.29	251.07	1.88	1.62	2.63	O.K.!
Evento Extrem	147.91	630.84	251.07	2.57	0.93	2.88	O.K.!
Servicio I	127.41	518.62	96.06	3.32	0.18	1.92	O.K.!

#### 4) Caso II - Estribo sin Puente

A) ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS

**Estribo con Puente****Cargas Verticales (Vu)**

Tipo	DC	EV	LS	$\Sigma$
Carga	DC	EV	LSy	Vu (ton)
V(ton) =	37.27	43.39	3.71	84.37
y=	0.90	1.00	0.00	76.94
Resistencia Ia	33.54	43.39	0.00	
y=	1.25	1.35	1.75	111.66
Resistencia Ib	46.59	58.58	6.49	
y=	0.90	1.00	0.00	76.94
Ev. Extrem Ia	33.54	43.39	0.00	
y=	1.25	1.35	0.50	107.02
Ev. Extrem Ib	46.59	58.58	1.86	
y=	1.00	1.00	1.00	84.37
Servicio I	37.27	43.39	3.71	

**Momento Estabilizador por cargas verticales (Mvu)**

Tipo	DC	EV	LS	$\Sigma$
Carga	DC	EV	LSy	Mvu (ton)
Mv(ton-m)	122.42	275.98	19.94	418.34
y=	0.90	1.00	0.00	386.16
Resistencia Ia	110.17	275.98	0.00	
y=	1.25	1.35	1.75	560.49
Resistencia Ib	153.02	372.58	34.90	
y=	0.90	1.00	0.00	386.16
Ev. Extrem Ia	110.17	275.98	0.00	
y=	1.25	1.35	0.50	535.57
Ev. Extrem Ib	153.02	372.58	9.97	
y=	1.00	1.00	1.00	418.34
Servicio I	122.42	275.98	19.94	

**Cargas Horizontales (Hu)**

Tipo	LS	EH	EQ		$\Sigma$
Carga	LS	EH	Eqterr	0.5Pir	Hu (ton)
H (ton)	124.11	0.00	0.00	0.00	124.11
y= Resistencia Ia	1.75	1.50	0.00	0.00	32.09
	4.12	27.96	0.00	0.00	
y= Resistencia Ib	1.75	1.50	0.00	0.00	32.09
	4.12	27.96	0.00	0.00	
y= Ev. Extrem Ia	0.50	1.50	1.00	1.00	44.34
	1.18	27.96	8.14	7.06	
y= Ev. Extrem Ib	0.50	1.50	1.00	1.00	44.34
	1.18	27.96	8.14	7.06	
y= Servicio I	1.00	1.00	0.00	0.00	21.00
	2.35	18.64	0.00	0.00	

**Momento de vuelco por cargas horizontales (Mhu)**

Tipo	LS	EH	EQ		$\Sigma$
Carga	LS	EH	Eqterr	0.5Pir	Mhu (ton)
Mh(ton-m)	O.K.!	0.00	0.00	0.00	0.00
y= Resistencia Ia	1.75	1.50	0.00	0.00	108.13
	19.58	88.55	0.00	0.00	
y= Resistencia Ib	1.75	1.50	0.00	0.00	108.13
	19.58	88.55	0.00	0.00	
y= Ev. Extrem Ia	0.50	1.50	1.00	1.00	163.88
	5.59	88.55	38.67	31.07	
y= Ev. Extrem Ib	0.50	1.50	1.00	1.00	163.88
	5.59	88.55	38.67	31.07	
y= Servicio I	1.00	1.00	0.00	0.00	70.22
	11.19	59.04	0.00	0.00	

**B) CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS****a) Vuelco alrededor del punto "A"**

Estado Limite	Vu (Ton/m)	MVu (Ton-m/m)	MHu (Ton-m/m)	Xo	e	emax(m)	
				(Mv-Mh)/VL	B/2-Xo		
Resistencia Ia	76.94	386.16	108.13	3.61	-0.11	2.33	O.K.!
Resistencia Ib	111.66	560.49	108.13	4.05	-0.55	2.33	O.K.!
Evento Extrem	76.94	386.16	163.88	2.89	0.61	2.57	O.K.!
Evento Extrem	107.02	535.57	163.88	3.47	0.03	2.57	O.K.!

**b) Deslizamiento en base del estribo**

$$\mu = \operatorname{tg} \phi = 0.84$$

Estado Limite	Vu (Ton/m)	RESISTENT E (Ton/m)	ACTUANTE (Ton/m)	
		Ff=μ (ØτVu)	Hu	
Resistencia Ia	76.94	64.56	32.09	O.K.!
Resistencia Ib	111.66	93.69	32.09	O.K.!
Evento Extrem	76.94	64.56	44.34	O.K.!
Evento Extrem	107.02	89.80	44.34	O.K.!

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno (qR)

1) Estado límite de Resistencia, con Øb = 0.55 (Tabla 11.5.7-1):

$$qR = \text{Øb } q_n \quad (10.6.3.1.1-1)$$

$$qR = \text{Øb}(FS.q_{adm}) = 3.3 \quad \text{kg/cm}^2$$

2) Estado límite de Evento Extremo, con Øb = 1.00 (Art. 11.5.8):

$$qR = \text{Øb } q_n \quad (10.6.3.1.1-1)$$

$$qR = \text{Øb}(FS.q_{adm}) = 6 \quad \text{kg/cm}^2$$

3) Estado límite de Servicio:

$$q_{adm} = 6.00 \quad \text{kg/cm}^2$$

Estado Limite	Vu (Ton/m)	MVu (Ton-m/m)	MHu (Ton-m/m)	Xo	e =	q =	
				(Mv-Mh)/VL	B/2-Xo	Vu/(B-2e)	
Resistencia Ia	76.94	386.16	108.13	3.61	-0.11	1.06	O.K.!
Resistencia Ib	111.66	560.49	108.13	4.05	-0.55	1.38	O.K.!
Evento Extrem	76.94	386.16	163.88	2.89	0.61	1.33	O.K.!
Evento Extrem	107.02	535.57	163.88	3.47	0.03	1.54	O.K.!
Servicio I	84.37	418.34	70.22	4.13	-0.63	1.02	O.K.!

## 5) Cálculo de acero

### 3.1) Diseño de pantalla

Cargas en base de pantalla H= 8.10

Carga	CARGA DISTRIBUIDA (Ton/m)	Carga(Ton)	YP(m)	M(T-m)
LS	0.25	2.01	4.05	8.13
EH	3.35	13.55	2.70	36.59
Eqterr	0.73	5.92	4.05	23.97
0.5Pir	-	1.00	3.30	3.31
PEQ	-	8.76	7.08	62.00
BR	-	2.29	9.90	22.63

Cargas en mitad de pantalla H= 4.05

Carga	CARGA DISTRIBUIDA (Ton/m)	Carga(Ton)	YP(m)	M(T-m)
LS	0.25	1.00	2.03	2.03
EH	1.67	3.39	1.35	4.57
Eqtterr	0.37	1.48	2.03	3.00
PEQ	-	8.76	3.03	26.51
BR	-	2.29	5.85	13.37

Cargas en la cajuela H= 2.05

Carga	CARGA DISTRIBUIDA (Ton/m)	Carga(Ton)	YP(m)	M(T-m)
LS	0.25	0.51	1.03	0.52
EH	0.85	0.87	0.68	0.59
Eqtterr	0.18	0.38	1.03	0.39
PEQ	-	2.63	1.03	2.69
BR	-	0.69	2.83	1.94

a) Acero por flexión

Momentos de Diseño:

Cargas	LS	EH	Eqtterr	0.5Pir	Peq	BR	Muh
	Tn.m/m	Tn.m/m	Tn.m/m	Tn.m/m	Tn.m/m	Tn.m/m	Tn.m/m
Momento base pantalla.	8.1319	36.5936	23.9674	3.3063	62.0046	22.6341	total
Resistencia 01	14.2308	54.8904	0.0000	0.0000	0.0000	39.6096	108.7308
Evento Extremo 01	4.0660	54.8904	23.9674	3.3063	62.0046	11.3170	159.5516
Momento 1/2 h pantalla.	2.0330	4.5742	2.9959	0.0000	26.5108	13.3747	total
Resistencia 01	3.5577	6.8613	0.0000	0.0000	0.0000	23.4057	33.8247
Evento Extremo 01	1.0165	6.8613	2.9959	0.0000	26.5108	6.6873	44.0718
Momento alt. Cajuela	0.5209	0.5932	0.3885	0.0000	2.6949	1.9376	total
Resistencia 01	0.9115	0.8898	0.0000	0.0000	0.0000	3.3908	5.1922
Evento Extremo 01	0.2604	0.8898	0.3885	0.0000	2.6949	0.9688	5.2025

 $f'c$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 210 $F_y$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 4200

b	d	Mult	As	a	separacion del refuerzo	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	1.13	159.55	35.05	8.25	s con 1"	Ø 1" @ 12.5cm
REFUERZO EN BASE DE PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 7.5cm
					s con 1"+3/4"	Ø 1"+3/4" @ 22.5cm
					Adoptado Ø 1"+3/4" @ 22.5 cm	

<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	0.73	44.07	14.78	3.03	s con 1"	Ø 1" @ 32.5cm
REFUERZO EN LA MITAD DE LA PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 17.5cm
					s con 5/8"	Ø 5/8" @ 12.5cm
					<b>Adoptado Ø 3/4" @ 17.5 cm</b>	
<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	0.23	5.20	5.67	1.34	s con 3/4"	Ø 3/4" @ 50cm
REFUERZO EN LA CAJUELLA					s con 5/8"	Ø 5/8" @ 32.5cm
					s con 1/2"	Ø 1/2" @ 22.5cm
					<b>Adoptado Ø 1/2" @ 22.5cm</b>	

Armadura máxima 2.9.1.4.4.1

Disposición anulada en 2005

Refuerzo mínimo 2.9.1.4.4.2

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.33M_u$ :

	Base de Pantalla	Mitad de la pantalla	Cajuela
• $M_{cr} = 1.1 f_r S$	28.07 ton-m	4.65 ton-m	4.04 ton-m
Siendo:			
$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 =$	29.13 kg/cm <sup>2</sup>	29.13 kg/cm <sup>2</sup>	29.13 kg/cm <sup>2</sup>
$S = b h^2 / 6 =$	240000 cm <sup>3</sup>	87604.17 cm <sup>3</sup>	14504.17 cm <sup>3</sup>
• $1.33 M_u =$	212.20 ton-m	58.62 ton-m	6.92 ton-m
Menor valor:	76.90 ton-m	28.07 ton-m	4.65 ton-m
	O.K.!	O.K.!	

### 3.2) Diseño de alas de estribo

$f'_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 210

$F_y$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 4200

<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm		
1.00	0.73	54.89	18.63	4.38	s con 5/8"	Ø 5/8" @ 10cm
REFUERZO EN BASE DE PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 15cm
					s con 1/2"	Ø 1/2" @ 5cm
					<b>Adoptado Ø 3/4" @ 20 cm+ 1/2" @ 20 cm</b>	
<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	0.30	5.11	4.21	0.99	s con 1/2"	Ø 1/2" @ 30cm
REFUERZO EN LA MITAD DE LA PANTALLA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 67.5cm
					<b>Adoptado Ø 1/2" @ 20 cm</b>	

Armadura Máxima 2.9.1.4.4.1

Disposición anulada en 2005



### Refuerzo Mínimo 2.9.1.4.4.2

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.33M_u$ :

	Base de Pantalla	Mitad de la pantalla
• $M_{cr} = 1.1 f_r S$	28.07 ton-m	4.65 ton-m
Siendo:		
$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2 =$	29.13 kg/cm <sup>2</sup>	29.13 kg/cm <sup>2</sup>
$S = bh^2/6 =$	87604.17 cm <sup>3</sup>	14504.17 cm <sup>3</sup>
• $1.33 M_u =$	73.00 ton-m	9.13 ton-m
Menor valor:	28.07 ton-m	4.65 ton-m
	O.K.!	O.K.!

### b) As de temperatura 2.9.1.4.5.8

$$A_s \text{ temp} = 0.18 \cdot b \cdot h / (2 \cdot (b+h)) = 6.22 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 2.9.1.4.5.8-1$$

$$\text{Ademas: } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} < A_s \text{ temp} < 12.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 2.9.1.4.5.8-2$$

$$\text{Usando } \emptyset 1/2" (1.29 \text{ cm}^2), \text{ la separación será: } s = 20.75 \text{ cm}$$

$$S_{\text{máx}} = 3t = 240.00 \text{ cm} \quad \text{y} \quad S_{\text{máx}} = 45 \text{ cm}$$

### Adoptado $\emptyset 1/2" @ 20\text{cm}$

Nota.- El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero en el sentido perpendicular al acero principal de la pantalla y también en la cara de la pantalla opuesta al relleno, en ambos sentidos.

### c) Revisión de figuración por distribución de armadura 2.9.1.4.4.3

	Base de Pantalla	Mitad de la pantalla	Cajuela	
Momento actuante	67.36 ton-m/m	19.98 ton-m/m	3.05 ton-m/m	
Para un ancho =	12.50 cm	25.00 cm	20.00 cm	
$M_s =$	8.42 ton-m	5.00 ton-m	0.61 ton-m	
$d_c =$	8.77 cm	8.77 cm	8.14 cm	
$A_{st} =$	45.9 cm <sup>2</sup>	45.9 cm <sup>2</sup>	11.61 cm <sup>2</sup>	Area de acero transformada
$y =$	21.03 cm	13.57 cm	3.88 cm	Ubicación del eje neutro
$j d =$	104.22 cm	66.71 cm	20.57 cm	brazo jd entre cargas
$f_{ss} =$	1584.10 kg/cm <sup>2</sup>	1468.38	2300.01	esfuerzo del acero
$0.6 \cdot F_y =$	2520 kg/cm <sup>2</sup>	2520	2520	
	O.K.!	O.K.!	O.K.!	
$\beta_s =$	1.11	1.18	1.14	
$S_{\text{max}} =$	35.65	36.76	31.32	Separacion Maxima
	O.K.!	O.K.!	O.K.!	

## 3.3) Diseño cimentación

### a) Acero por flexión

Momentos de Diseño

En parte superior de Zapata

$M_u = n [1.25 \text{ MDC} + 1.35 \text{ MEV} + 1.75 \text{ MLS}] = 247.36 \text{ T-m}$  estado limite resistencia 1b

En fondo de zapata

$V_u = 147.91 \text{ e} = 0.93$  Estado limite evento Extremo 1b

$$q_{\max} = \left( \frac{VL}{B} + \frac{6eVL}{B} \right) = 38.02 \text{ T/m}$$

$$q_{\min} = \left( \frac{VL}{B} - \frac{6eVL}{B} \right) = 4.24$$

$$M_v = \frac{L^2}{6} (q_{u,3} + 2q_{u,1}) = 66.78 \text{ T-m}$$

$f'_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 210$

$F_y \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 4200$

<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	1.32	247.36	46.55	10.95	s con 1"	Ø 1" @ 10cm
REFUERZO EN PARTE SUPERIOR DE ZAPATA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 5cm
					s con 1"+3/4"	Ø 1"+3/4" @ 15cm
					<b>Adoptado Ø 1"+3/4" @ 15 cm</b>	
<b>b</b>	<b>d</b>	<b>Mult</b>	<b>As</b>	<b>a</b>	<b>separacion del refuerzo</b>	
(m)	(m)	(t-m)	cm <sup>2</sup>	cm	s = cm	
1.00	1.32	93.49	17.12	4.03	s con 5/8"	Ø 5/8" @ 10cm
REFUERZO EN FONDO DE ZAPATA					s con 3/4"	Ø 3/4" @ 15cm
					<b>Adoptado Ø 3/4" @ 15 cm</b>	

Armadura Máxima (2.9.1.4.4.1)

Disposición anulada en 2005

Refuerzo Mínimo (2.9.1.4.4.2)

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.33M_u$ :

	Parte Superior de la zapata	Fondo de zapata
• $M_{cr} = 1.1frS =$	104.67 ton-m	104.67 ton-m

Siendo:

$fr = 2.01\sqrt{f'_c} \text{ kg / cm}^2 =$	29.13 kg/cm <sup>2</sup>	29.13 kg/cm <sup>2</sup>
$S = bh^2/6 =$	326666.67 cm <sup>3</sup>	326666.67 cm <sup>3</sup>

• $1.33 M_u =$	328.99 ton-m	88.81 ton-m
----------------	--------------	-------------

Menor valor:	104.67 ton-m	88.81 ton-m
--------------	--------------	-------------

O.K.!

O.K.!

b) As de temperatura (2.9.1.4.5.8)

$$A_s \text{ temp} = 0.18 * b * h / (2 * (b + h)) = 10.50 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (2.9.1.4.5.8-1)$$

$$\text{Además: } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} < A_s \text{ temp} < 12.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 2.9.1.4.5.8-2$$

$$\text{Usando } \emptyset 1/2" \text{ (1.29 cm}^2\text{), la separación será: } s = 12.29 \text{ cm}$$

$$S_{\text{máx}} = 3t = 600.00 \text{ cm} \quad \text{y} \quad S_{\text{máx}} = 45 \text{ cm}$$

### **Adoptado $\emptyset 1/2" @ 13\text{cm}$**

Nota.- El acero de temperatura se colocará por no contar con ningún tipo de acero, perpendicular al acero de flexión, tanto en el talón como en la punta del cimiento.

#### **c) Revisión por corte**

Cortantes de diseño

En parte superior de Zapata

$$V_u = n [1.25 V_{DC} + 1.35 V_{EV} + 1.75 V_{LS}] = 81.03 \quad \text{T-m} \quad \text{Estado Limite Resistencia 1}$$

En fondo de zapata

$$d_v = d_e - a/2 = 129.85 \text{ cm} \quad \text{Peralte de corte efectivo}$$

$$d_v \text{ no menor que el mayor valor de: } \begin{cases} 0.90d_e = 118.68 \text{ cm OK!} \\ 0.72h = 1.01 \text{ cm} \end{cases}$$

$$V_u = 3.86 \text{ T-m}$$

El cortante resistente del concreto es:

En parte superior de Zapata

$$V_r = \phi V_n \quad (5.8.2.1-2) \quad \phi = 0.9 \quad (5.5.4.2)$$

$$\text{Siendo } V_n \text{ el menor de: } \begin{cases} V_{n1} = V_c + V_s + V_p \quad (5.8.3.3 - 1) \\ V_{n2} = 0.25 f'_c * b_v * d_v + V_p \quad (5.8.3.3 - 2) \end{cases}$$

$$\text{Con } \beta = 2 \quad 5.8.3.4 \quad V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b_v * d_v \quad 5.8.3.3-3$$

$$V_c = 96.83 \text{ T}$$

$$\text{Con } V_p = 0 \text{ y } V_s = 0, \text{ el menor valor de } V_n = V_{n1} = 96.83 \text{ T; } V_{n2} = 661.87 \text{ T}$$

$$\text{La resistencia del concreto al corte es: } V_r = 87.15 \text{ T} \quad \text{OK!}$$

En fondo de zapata

$$V_r = \phi V_n \quad (5.8.2.1-2) \quad \phi = 1.0 \quad (11.5.8)$$

$$\text{Siendo } V_n \text{ el menor de: } \begin{cases} V_{n1} = V_c + V_s + V_p \quad (5.8.3.3 - 1) \\ V_{n2} = 0.25 f'_c * b_v * d_v + V_p \quad (5.8.3.3 - 2) \end{cases}$$

$$\text{Con } \beta = 2 \quad (5.8.3.4) \quad V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} * b_v * d_v \quad (5.8.3.3-3)$$

$$V_c = 99.73 \text{ T}$$

$$\text{Con } V_p = 0 \text{ y } V_s = 0, \text{ el menor valor de } V_n = V_{n1} = 99.73 \text{ T, } V_{n2} = 896.78 \text{ T}$$

$$\text{La resistencia del concreto al corte es: } V_r = 99.73 \text{ T} \quad \text{OK!}$$

## ANEXOS N° 09: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

## IX. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**Generalidades:** Las especificaciones técnicas son importantes para garantizar la calidad de la ejecución de las partidas y de los materiales utilizados en el proyecto.

Sirven también para disminuir y prevenir las posibles controversias que suelen generarse durante la ejecución contractual; asimismo sirven de ayuda para que los contratistas fomenten mecanismos de autocontrol de calidad de las obras, logren los objetivos propuestos y garanticen la funcionalidad de las mismas. La supervisión realizará el Control de Calidad de la obra en base a las presentes Especificaciones Técnicas.

En este documento se hablará indistintamente del residente y supervisor o inspector, entendiéndose que son responsables de la ejecución de la obra.

**Consultas:** El único personal autorizado para realizar las consultas acerca de la obra es el residente, el cual podrá solicitar sustento adicional al proyectista si así lo requiere.

**Materiales:** El proyectista será el responsable de suministrar los materiales, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de los trabajos debiendo estos cumplir con los requisitos de calidad exigidos por estas Especificaciones Técnicas.

Los precios establecidos en el presupuesto del proyecto incluyen los costos de carga, transporte, descargar y manipuleo de los materiales, herramientas y equipos.

También es de responsabilidad del contratista conseguir de manera oportuna los materiales que se requieran para la ejecución de la obra y de mantener una cantidad considerable en el almacén para no retrasar la ejecución de la misma.

Si la obra va a ejecutarse en zonas que tienen épocas de lluvias, se originan huaycos, desbordes de ríos o fuertes variaciones climáticas que pudieran originar el normal suministro de materiales, se recomienda prevenir realizando un Plan de emergencia de previsión de almacenamiento que mantenga un stock de materiales para que no se retrasen la ejecución de los trabajos en base al cronograma inicial de adquisición de materiales.

Los materiales que adquiera el contratista para la ejecución de la obra deben ser de primera calidad. Los materiales que el contratista utilice en la obra sin la aprobación del supervisor deberán cumplir con los controles de calidad correspondientes o ser rechazados por este.

**Programación de los trabajos:** El residente deberá respetar el cronograma de avance de obra contenido en el Expediente Técnico, en base a esto es que programara los trabajos a ejecutarse diariamente debiendo planificar también las metas semanales para que el avance sea sistemático y logre conseguir su culminación en el tiempo previsto.

Si hubiera disconformidad en los planos, el Residente en colaboración con el supervisor deberán resolver la particular incompatibilidad en forma breve, en caso que no se encuentre el supervisor, se deberá realizar la anotación en el cuaderno de obra.

El Residente es el responsable de hacer obedecer las normas de seguridad vigentes con la finalidad de evitar daños materiales o al personal que pudiera ocasionarse en la ejecución de la obra.

**Supervisor de obra:** El Supervisor o Inspector será un Ingeniero Civil el cual deberá representar y velar por los intereses de la entidad contratante haciendo respetar el contenido del Expediente técnico y la normatividad vigente.

**Personal de obra:** El residente es el responsable de presentar al Supervisor o Inspector la lista del personal, quien podrá solicitar la sustitución del personal que crea que no este cumpliendo con las tareas encomendadas.

**Equipo de obra:** El equipo que deberá ser utilizado en la obra deberá ser el optimo en calidad y funcionamiento con la finalidad de evitar retrasos y accidentes durante la ejecución.

**Almacenero de obra:** La obra debe tener un almacenero en obra, el cual estará a cargo del control del inventario de los materiales, equipos livianos y herramientas de la obra.

**Guardianía de obra:** Durante toda la ejecución de la obra se deberá contar permanentemente con guardianía, el cual será responsable del cuidado de los materiales, equipos livianos y herramientas de la obra.

**Limpieza permanente y final:** Durante la ejecución de la obra y al terminar la misma, antes de entregarla, se realizará la remoción de las obras provisionales, reestableciendo cualquier área deteriorada y dejándola totalmente limpia.

**Entrega de la obra:** Al finalizar la obra, el Residente entregara la misma a la entidad correspondiente, previa inspección por parte del Supervisor o Inspector, en la que se verificara la correcta ejecución de todas las partidas y se observara o se dará la conformidad a los trabajos realizados culminando con la suscripción del Acta de entrega de la obra.

## **01.01 TRABAJOS PRELIMINARES**

### **01.01.01 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO**

**Descripción:** Esta partida servirá para que el Contratista transporte y monte oportunamente los equipos de construcción en el lugar donde se ejecutara la obra y al finalizar esta, garantizar su desmovilización, previa autorización de la Supervisión.

**Procedimiento Constructivo:** El desplazamiento de los equipos pesados (tractor, rodillo y otros) y equipo liviano como teodolito, nivel topográfico y sus complementos pueden ser fácilmente transportados tanto vehicularmente como peatonalmente.

El resto de equipos livianos serán trasladados vehicularmente a obra.

Se deben tomar las provisiones necesarias para que todo el equipo llegue en óptimas condiciones de funcionamiento.

**Transporte:** El contratista es el responsable de gestionar la obtención de las pólizas de seguro necesarias para realizar el transporte de los equipos.

**Medición:** Se medirá en forma global (glb.) tal como figura en el presupuesto.

**Pago:** El costo de esta partida es un monto GLOBAL por la ejecución total de la misma.

#### **01.01.02 TRAZO Y REPLANTEO**

**Descripción:** Involucra todos los trabajos de replanteo, ubicación de trazos y niveles concernientes a las Estructuras del Puente y de sus accesos, de modo que la obra se ejecute de acuerdo a los planos.

**Procedimiento Constructivo:** Lectura previa de planos, para su adecuada interpretación.

Coordinación directa y detallada con el ingeniero residente y /o Supervisor o Inspector para definir los conceptos y consultas determinadas en la lectura previa. Ubicación del equipo topográfico correspondiente en la estaca referencial de inicio, definiéndose como estaca referencial auxiliar, la correspondiente al B.M., debiendo ubicar las estacas que definen la forma de la plantilla a trazar.

Trazado con yeso de los alineamientos definidos con el equipo topográfico, debiendo inmediatamente iniciar los trabajos de corte de las líneas marcadas, para evitar que sea borrada por la intervención del viento o pequeñas escorrentías de agua en el cauce de la quebrada.

Colocación de señales y/o estacas, que definen el nivel de los diferentes elementos a construir, tales como zapatas, estribos y superestructura en general. Estas señales y/o estacas de nivel deben ser fijadas con dados de concreto para que quede bien definida su posición.

**Medición:** Se medirá en M2. El metrado se determina, calculando geométricamente el área que abarca la poligonal de apoyo que encierra la zona de trabajo.

El costo por unidad de medida está definido específicamente por el rendimiento, el mismo que a su vez se ha determinado teniendo en cuenta todas las variables tales como densidad de vegetación, inaccesibilidad y factores climatológicos. También está definido por los equipos utilizados y la cantidad de elementos de apoyo necesarios para una mejor aplicación.

**Pago:** El pago a realizar se establecerá multiplicando el metrado ejecutado, en M2, por el precio unitario que figura en el Presupuesto de Obra.

### 01.01.03 DESBROCE Y LIMPIEZA

**Descripción:** Esta partida consiste en limpiar el área desbrozando la vegetación existente, esto incluye destroncar y desenraizar arboles; también se debe limpiar el terreno en las áreas laterales que se encuentran cubiertas de maleza, rastrojo, pastos, cultivos, etc., de tal manera que la superficie quede limpia y libre para iniciar los trabajos.

**Materiales:** El material resultante de la ejecución de esta partida deberán depositarse en botaderos especificados en el Expediente Técnico.

**Equipo:** El equipo que se utilizara para realizar el trabajo de desbroce y limpieza debe ser el idóneo para cumplir con las metas; estos equipos deben ser previamente aprobados por el Supervisor.

Todo equipo empleado en los trabajos de desbroce y limpieza debe contar con sistemas de silenciadores para no perturbar la tranquilidad del entorno.

**Ejecución:** Esta partida se ejecutara en todas las zonas donde se realizaran los trabajos, así como en los accesos y en otras zonas aprobadas por el supervisor, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad necesarias.

Las ramas de los arboles que se encuentren cerca al puente deberán ser podadas dejando un claro mínimo de 6 m, de acuerdo a la necesidad de seguridad.

**Medición:** El área limpiada y deforestada será medida en Metros Cuadrados (m2).

**Pago:** El pago se realizará multiplicando el precio unitario por los metros cuadrados ejecutados previa autorización del supervisor.

### 01.01.06 LIMPIEZA DE CAUCE

**Descripción:** Abarca la eliminación de bloques de gran diámetro transportado o sedimentado en el cauce del río, la eliminación de basuras, piedras, rocas, escombros y vegetación depositados en el lecho, para su traslado y eliminación posterior. Se efectuará la limpieza en las zonas especificadas en los planos ó donde lo crea conveniente el Supervisor.

Para realizar esta limpieza se emplearán un tractor, una retroexcavadora y parcialmente compresora con sus respectivos martillos para partir los bloques de gran tamaño, junto con un permanente control topográfico.

Las pendientes resultantes de la limpieza serán uniformes y respetando a la pendiente natural del cauce, garantizando que éstos no constituyan peligro de sedimentación, ni socavación, a fin de mantener su eficiencia hidráulica.

**Medición:** Se medirá en metros cúbicos (m3) por toda la labor satisfactoriamente realizada a criterio del Supervisor.



**Pago:** Se pagará conforme al precio unitario, por la totalidad del metrado ejecutado, previa verificación del supervisor.

## **EXCAVACIONES**

### **01.02.01 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS CON MAQUINARIA EN SECO**

### **01.02.02 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA CON MAQUINARIA**

### **01.02.03 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA**

**Descripción:** Este capítulo será de aplicación en la ejecución de las partidas: 01.02.01, 01.02.02 y 01.02.03.

Las excavaciones son trabajos de movimiento de material que debe ser extraído para comenzar con la ejecución de las cimentaciones y elevaciones de las subestructuras según los planos del Expediente Técnico.

**Ejecución:** El residente es el responsable de dirigir la ejecución de las cimentaciones las cuales deberán estar conforme manda el Expediente Técnico, estos trabajos deberán ser verificados por el Supervisor.

Se removerá todo material innecesario que se encuentre al nivel de cimentación y se deberá llegar hasta una superficie firme, la cual deberá ser verificada por el contratista debiendo esta cumplir con las características mecánicas necesarias para continuar con la ejecución de los trabajos. El fondo de cimentación deberá ser nivelado perfilando los puntos altos, pero de nunca se rellenará los puntos bajos.

Cuando se encuentre agua durante la excavación de las cimentaciones, el residente deberá utilizar unidades de bombeo para deprimir el nivel freático para así poder continuar con los trabajos.

Cuando las paredes de las excavaciones sean inestables, estas se deberán reforzar mediante la construcción de defensas tales como entibados, tablestacados entre otros.

El material extraído de las excavaciones que se usara como relleno deberá ser depositado en lugares de acopio de material alejados de la excavación para no comprometer la misma y el material extraído que no se utilizara como relleno deberá ser llevado a un botadero señalado por el Expediente Técnico.

### **Clasificación del tipo de material:**

Excavación en material suelto Es la que se realiza en material suelto, el cual debe ser excavado fácilmente con herramientas manuales. Este tipo suelos lo conforman las gravas, limos, arenas, arcillas o piedras pequeñas y terrenos consolidados tales como: afirmado u hormigón.

Excavación en roca: Es la que se realiza sobre roca maciza y sólida, se utilizaran equipos especiales para poder realizar los trabajos.

Antes de iniciar las labores el Residente presentara un plan de excavación al supervisor, para garantizar la seguridad de los trabajos.

Las sobre excavaciones en la base de cimentación serán rellenas con concreto por cuenta del Contratista.

Si durante la excavación el Residente encuentra material al que cree se deba clasificar como excavación en roca, los materiales deberán ser puestos al descubierto y expuestos para que el supervisor realice la correspondiente clasificación y cubicación.

Durante las excavaciones en roca, los métodos y almacenamiento, transporte y uso de los materiales explosivos son de responsabilidad del Contratista, así tengan la aprobación del Supervisor.

El Contratista es el responsable de verificar la normativa existente sobre el transporte, almacenaje y uso de explosivos.

El ingeniero de seguridad es el responsable de tomar todas las medidas de seguridad necesarias para el personal, terceros y equipos.

Excavación en seco: Es Excavación en seco el movimiento de tierras que se realiza sobre el nivel freático.

Excavación bajo agua: Es Excavación bajo agua el movimiento de tierras que se realiza bajo el nivel freático.

Mientras se estén ejecutando las excavaciones, el Residente deberá utilizar los equipos necesarios para evitar inundaciones con la finalidad de evitar posibles derrumbes y obstrucción de las áreas de trabajo y sus accesos.

**Medición:** Las excavaciones se medirán en metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Cuando exista roca fija, se realizará la sobre excavación cuando lo amerite. Los mayores metrados excavados para mantener la estabilidad de las excavaciones y las obras de defensa necesarias no se consideraran en los metrados pero se consideran en los análisis de precios unitarios como sigue:

F.V. = 1.10 Roca Fija

F.V. = 1.25 Roca Suelta

F.V. = 1.30 Materiales estables (conglomerado por ejemplo)

F.V. = 1.60 Materiales deleznales (arenas)

**Pago:** El pago de las excavaciones se hallara multiplicando el precio unitario por la cantidad medida, según se indica en el párrafo anterior.

## **ACERO DE REFUERZO**

### **01.02.04 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$**

### **01.04.02 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (LOSA DE CONCRETO Y VEREDAS)**

### **01.05.03 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (LOSA DE APROXIMACION**

**Descripción:** El material que se utilizara para la realización de esta partida serán barras de acero corrugado cuyo límite de fluencia deberá ser de  $4200 \text{ kg/cm}^2$  de acuerdo a lo requerido por los planos del proyecto.

**Materiales:** Las barras de acero corrugado deberán tener la Certificación de calidad del fabricante así como la Certificación ISO 9000.

**a) Barras de refuerzo:** Las barras de refuerzo cumplirán con la normativa vigente establecida en los planos de la obra.

**b) Alambre y mallas de alambre:** Cumplirán con la normativa vigente establecida en los planos de la obra.

**c) Pesos teóricos de las barras de refuerzo:** Para realizar el pago de las barras se considerará el peso unitario (kg) por metro lineal (ml) especificado por el fabricante.

**Equipo:** El contratista será responsable de suministrar el equipo necesario para realizar el corte y doblado de las barras de refuerzo, el supervisor será el responsable de autorizar el uso de soldadura, verificando que el contratista cuente con el equipo necesario para realizar dicha labor.

Se utilizará alambre para asegurar las barras correctamente, así como herramientas idóneas para realizar los trabajos.

Toda maniobra realizada por los operarios deberá ser supervisada por el Ingeniero de Seguridad y será de total responsabilidad del contratista el suministrar los Equipos de protección personal necesario.

**Requerimientos de construcción:** El acero será suministrado en paquetes y estos deberán estar acompañados de los certificados de calidad correspondientes, los cuales deberán ser revisados por la Supervisión antes de que seas enviados al almacén.

**Planos y despiece:** Antes de iniciar con el corte y doblado de los elementos, el residente deberá verificar si existen los planos de despiece y los diagramas de doblado; si estos no existen, el Residente deberá hacerlo y presentarlo al Supervisor para que apruebe el inicio de los trabajos.

**Suministro y almacenamiento:** Todo el acero de refuerzo adquirido deberá tener etiquetas que indiquen la fábrica, su grado y su lote.

El acero se almacenará sobre tacos de madera, plataformas, largueros u otro material adecuado y se deberá proteger de la intemperie y ambientes que puedan originar corrosión.

El Residente deberá verificar que las barras se encuentren totalmente limpias con la finalidad de que no pierdan su adherencia.

**Doblamiento:** El acero será doblado en frío tal como dicen los planos y los diámetros mínimos de doblamiento deberán cumplir con lo establecido en la normativa vigente.

Cuando sea necesario el uso de ganchos para el anclaje de las barras, estos deben tener un radio mayor a 3 veces el diámetro de las barras y una longitud mayor a 12 diámetros de la barra, para ganchos mayores a 90 grados, el radio será menor de 3 veces el diámetro de la barra y una longitud mayor a 4 diámetros de la barra.

**Colocación y amarre:** Cuando el acero se encuentre habilitado y antes de realizar el vaciado de concreto se deberá revisar que las barras de acero se encuentren totalmente limpias con la finalidad de que no se pierda su adherencia.

Las barras de acero deben colocarse con exactitud tal como indican los planos y deben asegurarse fijamente en su posición para que no se desplace durante la colocación del concreto. El residente es responsable de que el acero de refuerzo que se encuentra dentro del encofrado se mantenga en su posición.

El acero de refuerzo se amarrará con alambre en todas las intersecciones siempre y cuando el espaciamiento no sea menor a 30 cm., donde se amarrará de forma alternada. El alambre usado está especificado en los planos y no se utilizará soldadura en las intersecciones.

Se deberán respetar los recubrimientos mínimos mencionados en los planos y en la normatividad vigente.

El supervisor es el responsable de revisar la habilitación de acero y su colocación previa autorización del vaciado de concreto.

**Traslapes y uniones:** Los traslapes se realizarán de acuerdo a lo indicado en los planos respetando la normatividad vigente y este será verificado por el supervisor.

En los traslapes las barras deben permanecer unidas y deberán ser amarradas con alambre para que mantengan su posición.

Se podrá reemplazar los traslapes por uniones soldadas siempre y cuando cumplan con la normatividad vigente. El supervisor es responsable de verificar la correcta ejecución de los trabajos y utilizará procedimientos de revisión de soldadura por cualquier método no destructivo; el costo de este reemplazo y el de las pruebas necesarias deberá ser asumido por el Contratista.

Se podrá sustituir las secciones de refuerzo siempre que tenga un área y perímetro equivalente o mayor al área y perímetro especificado.

### **Aceptación de los trabajos**

**a) Controles:** El supervisor es el responsable de realizar los siguientes controles

Verificar que el contratista este utilizando el equipo idóneo para la realización de los trabajos.

Solicitar al Residente la copia certificada de calidad de los materiales usados suministrada por el fabricante.

Verificar que los materiales usados cumplan con los requisitos de calidad que exige la normatividad vigente.

Verificar que el corte, doblado y colocación de las barras de acero se realice según los planos.

Verificar que la cantidad de acero utilizada sea la especificada en los planos y metrados de la obra.

**b) Calidad del acero:** Todo el acero utilizado deberá cumplir con lo requerido en las normas AASHTO o ASTM.

El Residente deberá alcanzar al supervisor una copia certificada de calidad de los materiales usados suministrada por el fabricante. El incumplimiento de este requisito obligara al supervisor a solicitar que el residente realice las pruebas de calidad necesarias con la finalidad de comprobar que el material cumple con las características requeridas antes de su utilización.

Cuando se use soldadura, el residente será el responsable de solventar las pruebas necesarias para la aceptación de los trabajos.

Las varillas que no cumplan con las especificaciones dadas o presenten algún defecto de fabricación serán rechazadas.

**c) Calidad del producto terminado:** Se admitirán las siguientes tolerancias en la colocación de las barras de acero:

La desviación en el espesor de recubrimiento será de 5mm cuando el recubrimiento sea menor a 5cm y de 10mm cuando el recubrimiento sea mayor a 5cm

Se rechazará la colocación de acero con áreas y perímetros menores a los de diseño.

El incumplimiento en la calidad del material será subsanado por el contratista, debiendo asumir los costos necesarios.

**Medición:** La unidad de medida será el kilogramo (Kg); esta medida no incluye soportes de alambre u otros elementos que hayan sido necesarios para mantener la posición del refuerzo.

**Pago:** La partida Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , se pagara multiplicando los kilogramos usados por el precio unitario correspondiente; este pago será una compensación total del acero habilitado.

## **ENCOFRADOS**

### **01.02.05 ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO (ESTRIBOS)**

### **01.02.06 ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO (ESTRIBOS)**

### **01.04.01 ENCOFRADO CARAVISTA (LOSA Y VEREDAS)**

### **01.05.02 ENCOFRADO CARA VISTA EN NO VISTA**

**Descripción:** Son estructuras que sirven de molde para el concreto, permitiéndole a este endurecer en con las dimensiones necesarias especificadas en los planos.

**Encofrado cara No Vista:** Pueden realizarse con madera sin pulir.

**Encofrado cara Vista:** Se construirán de planchas duras de fibras prensadas, madera laminada, madera machihembrada aparejada y cepillada ó metal.

**Ejecución:** Los encofrados deben ser hechos de acuerdo a lo establecido en los planos; estos deben cumplir con resistir el empuje del concreto sin deformarse. El diseño de los encofrados deberá respetar la normatividad vigente.

Previo ejecución de esta partida el Residente deberá contar con la aprobación escrita del supervisor.

Los encofrados deben ser contruidos de acuerdo los planos de la estructura y apuntalados firmemente para que se mantengan rígidos y así no tenga brechas en las que el agua pueda fluir. En general, los encofrados se unirán por medio de pernos o clavos que puedan ser retirados después del vaciado. En su defecto, deben ser contruidos de tal manera que sea posible desencostrar fácilmente.

Los ángulos entrantes de los encofrados deben ser achaflanados y las aristas serán fileteadas.

Para cubrir las juntas de la superficie en contacto con el concreto se deberá usar con cintas para evitar la formación de salientes.

Previo vaciado de concreto se deberá humedecer la superficie de los encofrados con aceite, grasa u otro material previamente aprobado por el supervisor.

El supervisor es el responsable de autorizar el vaciado del concreto previa verificación de los encofrados.

El supervisor es el responsable de autorizar el desencostrado de los elementos de concreto, respetando los tiempos establecidos en las normas y las especificaciones dadas por los fabricantes.

El encofrado se podrá reutilizar siempre y cuando no presente defectos en su superficie.

En caso que la zona donde se colocará el encofrado tenga presencia de agua se utilizarán motobombas en la cantidad que sea necesaria para reducir el agua hasta un nivel trabajable, el cual permita realizar los trabajos con el rendimiento y seguridad requeridos por el supervisor.

Eventualmente el contratista puede utilizar una mejor técnica en los encofrados sin que este no afecte los costos unitarios del presupuesto

**Medición:** El área total a medir será el área que estará en contacto con el concreto, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Pago:** El pago se realizará multiplicando los metrados ejecutado por el precio unitario; este pago incluirá el desencofrado.

## **CONCRETO**

**01.02.07 CONCRETO CICLOPEO  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2 + 30\%$  BAJO AGUA**

**01.02.08 CONCRETO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  EN ZAPATAS BAJO AGUA**

**01.02.09 CONCRETO  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  EN ELEVACIONES**

**01.04.03 CONCRETO  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$**

**01.04.04 CONCRETO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

**01.05.04 CONCRETO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**

**Descripción:** Las especificaciones de este capítulo serán aplicadas en la ejecución de las partidas anteriormente mencionadas, las cuales son el resultado de realizar la mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos si fuera necesario en proporciones otorgadas por el proyectista y que son parte del presente Expediente Técnico con la finalidad de obtener la capacidad requerida. La dosificación se realizará en peso para evitar obtener un concreto deficiente. Es responsabilidad del supervisor revisar la calidad del concreto que se utilizara en obra.

**Ejecución:** La correcta ejecución de las obras de concreto debe obedecer las siguientes especificaciones:

### **Materiales**

**Cemento:** El tipo de cemento utilizado será el que mencione el diseño de mezcla correspondiente, el cual debe estar en buen estado y deberá almacenarse en lugares sin humedad.

Se almacenará el cemento por lote para poder identificarlos y estos sean empleados de acuerdo al tiempo de llegada.

El residente deberá solicitar al proveedor un certificado de antigüedad y calidad del cemento para que sea verificado por el supervisor.

**Agregados - Agua:** El agua que se utilizara para la mezcla deberá haber pasado por los exámenes de laboratorio correspondientes haciendo cumplir la normatividad vigente, lo que garantizara que cumpla con las características necesarias para obtener un concreto óptimo.

El agua esta deberá estar libre de impurezas y será responsabilidad del supervisor verificar que esta sea extraída de la fuente recomendada por el proyectista, caso contrario se deberán realizar las pruebas nuevamente de la nueva fuente de agua.

El ion cloruro soluble que contenga el agua deberá ser el siguiente:

**Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de recubrimientos impermeables. 80%**

**Concreto prensado 6%**

**Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruros (incluye ubicaciones donde el concreto puede estar ocasionalmente húmedo tales como cocinas, garajes, estructuras ribereñas y áreas con humedad potencial por condensación) 15%**

**Concreto armado expuesto a la acción de cloruros 10%**

**b) Agregado Fino:** Es el agregado fino es el que pasa la malla N° 04 y será adquirido en canteras previamente indicadas por el proyectista.

El agregado fino cumplirá con la normatividad vigente en lo que concierne a sus características tales como:

- (1) Contenido de sustancias perjudiciales
- (2) Reactividad
- (3) Granulometría

**c) Agregado grueso:** Es el agregado grueso es el que se queda retenido en la malla N° 04 y será adquirido en canteras previamente indicadas por el proyectista.

El agregado grueso cumplirá con la normatividad vigente en lo que concierne a sus características tales como:

- (1) Contenido de sustancias perjudiciales
- (2) Reactividad
- (3) Abrasión L.A.
- (4) Granulometría
- (5) Forma

**d) Aditivos:** Se permitirá el uso de aditivos para mejorar las propiedades del concreto siempre que este haya cumplido con los ensayos necesarios y hayan sido aprobados por el supervisor.



**e) Sellantes de juntas:** Se recomienda el uso de sellantes de juntas y grietas que cumplan con la normatividad vigente. Su uso deberá ser verificado por el Supervisor.

**f) Agregado ciclópeo:** Se permitirá el uso de agregado ciclópeo siempre y cuando este haya pasado por los ensayos correspondientes y cumplan con las características necesarias para la obtención de un concreto en óptimas condiciones.

**Equipo:** Los equipos que se utilizaran para la ejecución de esta partida son los siguientes:

**a) Equipo para la producción de agregados:** Para producir agregados se deberá contar con el equipo idóneo que garantice su explotación, carguío, transporte y producción. Asimismo, deberá contar con una clasificadora, trituradoras, equipo de lavado y filtros necesarios con el fin de controlar el ingreso de impurezas de acuerdo a la normativa vigente.

**b) Equipo para la elaboración del Concreto:** La comúnmente llamada concretera deberá estar en óptimas condiciones y será responsabilidad del supervisor verificar el estado de esta.

El concreto se podrá elaborar en planta o en camiones mezcladores, en el caso de la primera opción, se deberá contar con un dosificador por peso y deberá ser automático con una precisión superior al 1% para el cemento y 2% para los agregados; para el caso de la segunda opción pueden ser cerrados, con tambor giratorio o abiertos con paletas.

Las mezclas siempre deberán ser uniformes y los equipos deberán descargar su contenido sin que se produzcan efectos de segregación.

Todos los equipos mezcladores de concreto deben contar con dispositivos de seguridad para evitar el derrame del concreto durante su transporte.

Si se originara un derrame de material, este será recogido con el equipo necesario por el transportista a cargo.

Se podrán hacer mezclas manuales con autorización del Supervisor y solo se realizara para estructuras pequeñas y concreto de baja resistencia (no se podrá hacer manualmente cantidades superiores a 0.25 m<sup>3</sup>)

**c) Elementos de transporte:** Se podrán utilizar equipos para transporte de concreto con la autorización del supervisor; la distancia de transporte no deberá ser mayor a 300m y si la distancia es mayor a 600m se utilizarán camiones mezcladores.

**d) Encofrados y obra falsa:** El contratista es el responsable de contar con los encofrados necesarios para recibir el concreto de acuerdo a lo establecido en los planos, debiendo estos ser aprobados por el Supervisor antes de proceder a vaciar el concreto.

El material de los encofrados será seleccionado por el Residente de obra y deberá tener la resistencia suficiente para soportar la carga de impacto sin que se desfacen las medidas.

**e) Elementos para la colocación del concreto:** El contratista deberá proveer los equipos necesarios para realizar la colocación del concreto, estos deberán contar con un mecanismo que evite la segregación y el impacto contra el encofrado o el refuerzo.

**f) Vibradores:** El contratista es responsable de proveer los vibradores necesarios para realizar los trabajos, estos deberán de cumplir con la normativa vigente y estar en óptimas condiciones; el uso de estos deberá ser aprobado por el supervisor.

**g) Equipos varios:** El contratista es responsable de disponer equipos necesarios para la realización de juntas, corrección superficial de concreto terminado, realización del curado, equipos de limpieza, etc.

### **Requerimientos de construcción - Explotación de materiales y elaboración de agregados.**

**Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo:** Previo inicio de los trabajos el contratista deberá suministrar a la Supervisión muestras de los agregados, cemento y agua para que procedan a realizar los ensayos necesarios para determinar la calidad de estos.

Con la aprobación de la supervisión para poder utilizar los materiales, el contratista procederá a realizar el diseño de la mezcla y alcanzará los resultados a la supervisión para su aprobación.

**La dosificación:** La dosificación otorgada por el diseño de mezcla de cemento, agregados y aditivos se podrá realizar por peso o por volumen.

Si el cemento se contabiliza en bolsas, la dosificación de los demás materiales deberá realizarse en función de un número entero de bolsas.

La consistencia del concreto deberá cumplir con lo establecido en la normatividad vigente.

Se reformulará la dosificación del concreto si varía el tipo, clase o marca de cemento, alguna de las propiedades de los agregados, la marca o cantidad de aditivo o el método de trabajo del concreto.

El Contratista considerará que el concreto debe dosificarse y prepararse para garantizar una resistencia a la compresión de acuerdo con la de los planes y documentos del Proyecto, lo que minimiza la frecuencia de los resultados de la prueba por debajo del valor de resistencia a la compresión especificado en los dibujos del proyecto. Los planos deben indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual cada parte de la estructura ha sido diseñada.

La relación agua / cemento máxima permitida para el concreto que se utilizará en la estructura será la que se muestra en la curva, que produce la resistencia promedio requerida que excede suficientemente la resistencia de diseño del elemento, como se indica en la normativa vigente.

Si la estructura de concreto va a estar sujeta a condiciones de trabajo muy estrictas, la relación agua / cemento no puede exceder 0.50 si va a estar expuesta a agua dulce, o 0.45 por exposición al agua de mar o cuando va a estar expuesta a Concentraciones nocivas que contienen sulfatos.

La aprobación del Supervisor para el diseño no implica necesariamente la posterior aceptación de los trabajos concretos que se construyen con base en dicho diseño, ni exime al **Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y planos. La aceptación de los trabajos para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a la compresión mínima especificada para la clase respectiva de concreto, resistencia que se verificará en función de las mezclas realmente incorporadas en dichos trabajos.**

**Preparación de la zona de los trabajos, encofrados y obra falsa:** La excavación necesaria para los cimientos de las estructuras de hormigón y su preparación para los cimientos, incluida su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, debe llevarse a cabo de acuerdo con los planos del Proyecto.

El Contratista deberá suministrar e instalar todo el encofrado necesario para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. El encofrado puede estar hecho de madera o metal y debe estar firmemente ensamblado.

### **Fabricación de la mezcla**

(a) **Almacenamiento de los agregados:** Cada tipo de agregado se recogerá mediante baterías separadas, que se mantendrán libres de suciedad o elementos extraños y se organizarán de tal manera que se evite la segregación de agregados tanto como sea posible. Si los preparativos se arreglan en el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores. Las preparaciones se construirán con capas de espesor no mayor de un metro y medio (1,50 m) y no con depósitos cónicos.

Todos los materiales que se utilizarán deben estar ubicados de tal manera que no causen molestias a los transeúntes y / o vehículos que circulan en los alrededores. No se debe permitir el acceso de personas ajenas a la obra.

(b) **Suministro y almacenamiento del cemento:** El Contratista garantizará el suministro del cemento y almacenará una cantidad no menor a lo que necesitará para dos días de producción normal. El cemento no deberá exceder los tres meses de almacenamiento.

(c) **Almacenamiento de aditivos:** Los aditivos se almacenaran conforme a lo recomendado por el fabricante, siempre cumpliendo con lo establecido por la normatividad vigente lejos de agentes agresivos y de climas intespestivos.

**(d) Elaboración de la mezcla:**

**1. Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra:** A menos que el Supervisor indique lo contrario, el mezclador se cargará primero con una parte que no exceda la mitad del agua requerida para el lote; Posteriormente, el agregado fino y el cemento se agregarán simultáneamente, y posteriormente, el agregado grueso, luego la dosificación de agua se completará durante un período que no debe ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte (1) / 3) del tiempo total de mezclado, contado desde el momento de la introducción del cemento y los agregados.

Los aditivos se agregaran con agua a la mezcla, tal como lo indican los fabricantes.

Antes de volver a cargar el mezclador, su contenido se vaciará por completo. En ningún caso, se permitirá la remezcla de concreto que se haya fraguado parcialmente, incluso si se agregan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando el mezclador se ha detenido durante más de treinta (30) minutos, debe limpiarse perfectamente antes de verter materiales en él. Asimismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se prepara en mezcladores al pie del trabajo, el Contratista, con la supervisión del Supervisor, puede transformar las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo en unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

Una vez autorizada la ejecución manual de la mezcla, se realizará sobre una superficie impermeable, en la que se distribuirá el cemento sobre la arena y se ~~vertirá~~ el agua sobre el mortero anhidro en forma de cráter.

Una vez que el mortero esté preparado, se agregará el agregado grueso, agitando la masa hasta que adquiera una apariencia y color uniformes.

Los materiales deben lavarse lejos de los cursos de agua y, si es posible, de las áreas verdes.

**2. Mezclado en planta central:** Debe ajustarse, en todos los asuntos pertinentes, a lo indicado en la subsección anterior para mezclar en mezcladores estacionarios.

**3. Mezclado en camiones mezcladores (mixer):** Cuando se utiliza un camión de mezcla para completar la mezcla, en tránsito o al llegar al sitio de construcción, cada lote o lote debe mezclarse por no menos de 70 o más de 100 revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación establecida por el fabricante del equipo. El tiempo de mezcla adicional, cuando se requiera, debe completarse a la velocidad de agitación especificada por el fabricante del mezclador. Todos los materiales, incluido el agua, deben estar dentro del tambor de mezcla, antes de comenzar la mezcla real y operar el cuentarrevoluciones. La mezcla debe comenzar

dentro de los 30 segundos del instante en que el cemento se pone en contacto con los agregados dentro del tambor. Cuando los agregados están húmedos, hay agua dentro del tambor, la temperatura ambiente excede los 30 ° C, se usa un cemento de alta resistencia o se usan aditivos de aceleración, el tiempo mencionado en el párrafo anterior puede reducirse a 15 segundos. En el caso de una mezcla parcial en la planta central, el tiempo de mezcla en el mezclador estacionario de la planta central puede reducirse a 30 segundos, completando la mezcla en el camión mezclador en tránsito, de la manera indicada en este número. Los camiones de mezcla no deben cargarse más del 63% del volumen del tambor para completar la mezcla en tránsito o al llegar al sitio, o más del 70% del volumen del tambor, cuando se ha mezclado parcialmente en la planta central.

**4. Mezclado manual:** La mezcla manual no estará permitida bajo ninguna circunstancia.

**5. Reablandamiento del concreto:** No se debe volver a ablandar el concreto, agregando agua o por otros medios, excepto que con la aprobación del Supervisor se puede agregar agua de mezcla adicional al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que dicho concreto, al descargar, cumpla con todos requisitos requeridos, ni se exceden los tiempos de mezcla y transporte especificados.

#### **Operaciones para el vaciado de la mezcla**

**a) Descarga, transporte y entrega de la mezcla:** Cuando el concreto se descarga de mezcladoras estacionarias, debe tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para el trabajo. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y la colocación del concreto deben completarse en un tiempo máximo de una hora y media (1½), desde el momento en que se agrega el cemento a los agregados, a menos que el Supervisor fije un término diferente de acuerdo con las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características de los equipos de transporte.

**Para el transporte, el Contratista debe proponer sus métodos apropiados y convenientes, teniendo en cuenta que en ningún caso tiene más de 30 minutos entre su preparación y colocación, evitando la segregación, pérdida de materiales y características de la mezcla.**

**Tras la entrega al trabajo, el Supervisor rechazará cualquier concreto que haya desarrollado un endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el acuerdo dentro de los límites especificados, así como también lo que no se entregue dentro del límite de tiempo aprobado.**

El concreto que por alguna razón ha sido rechazado por el Supervisor, debe ser removido del trabajo y reemplazado por el Contratista, a su costo, por un concreto satisfactorio.

El material de hormigón derramado como resultado de las actividades de transporte y colocación debe ser recogido inmediatamente por el contratista, para lo cual debe tener el equipo necesario.

**b) Preparación para la colocación del concreto:** Al menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar el concreto en cualquier lugar del trabajo, el Contratista deberá notificar al Supervisor por escrito en el cuaderno de obra al respecto, para que pueda verificar y aprobar los sitios de colocación.

La colocación no puede comenzar, siempre que el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las piezas incrustadas y la preparación de las superficies que se dejarán contra el concreto. Dichas superficies deben estar completamente libres de suciedad, lodo, escombros, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia nociva. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto el piso o las superficies de relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se debe eliminar todo el agua estancada o libre de las superficies en las que se colocará la mezcla y verificar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Los cimientos en el suelo sobre el cual se coloca el concreto deben humedecerse o cubrirse con una capa delgada de concreto, si el Supervisor lo requiere.

### **c) Colocación del concreto**

**1. Requisitos generales:** Esta operación debe llevarse a cabo en presencia del Supervisor. El concreto no puede colocarse cuando llueve, a menos que el Contratista proporcione cubiertas que, en opinión del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto de su colocación a su ubicación. En todos los casos, el concreto debe depositarse lo más cerca posible de su posición final y no debe fluir a través de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del hormigón deben permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando que caiga con demasiada presión o que choque con el encofrado o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre de hormigón desde alturas superiores a 1 m. Al verter el hormigón, se compacta de manera vigorosa y eficiente, de modo que los refuerzos estén perfectamente envueltos; cuidando especialmente los lugares donde se encuentran un gran número de ellos, y asegurando que se mantengan los revestimientos y las separaciones de armadura. A menos que el Proyecto establezca lo contrario, el concreto debe colocarse en capas horizontales continuas cuyo espesor no exceda los 0.5 m. El Supervisor puede requerir espesores aún más pequeños cuando se considere apropiado, si se considera necesario para la ejecución adecuada del trabajo.

**2. Colocación por bombeo:** Cuando se usa equipo de bombeo, los medios para continuar la operación de colocación de concreto deben estar disponibles en caso de que la bomba esté dañada. El bombeo debe continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga esté completamente fuera de la mezcla recién colocada. No se permitirá la colocación de concreto al que se le haya agregado agua después de salir del mezclador. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, como se describe en la Subsección 503.10 (f).

**3. Colocación del agregado ciclópeo:** La colocación del agregado ciclópeo para concreto clase G debe ajustarse al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda debe colocarse cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la simple mezcla de concreto. En estructuras cuyo espesor es inferior a 80 cm, la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura no debe ser inferior a 10 cm. En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se incrementará a 15 cm. En estribos y baterías, no se puede usar un agregado ciclópeo en los últimos 50 cm debajo de la superestructura o el asiento de la placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será del 30% del volumen total de concreto. Los escombros resultantes de las actividades involucradas, deben ser removidos solo en las áreas de disposición de exceso de material, determinado por el proyecto. El área de trabajo debe ser escarificada para adaptarla a la morfología existente.

**e) Vibración:** El hormigón colocado debe consolidarse por vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de modo que esté libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra completamente las superficies del encofrado y los materiales incrustados. Durante la consolidación, el vibrador debe operarse a intervalos regulares y frecuentes, en una posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se debe colocar una nueva capa de concreto si la anterior no está consolidada adecuadamente.

La vibración no debe usarse para transportar la mezcla dentro del encofrado, ni debe aplicarse directamente a estos o al acero de refuerzo, especialmente si afecta a las masas de la mezcla recién fijadas.

**f) Juntas:** Las juntas de construcción, contracción y expansión deben construirse, con las características y en los lugares indicados en los planos del trabajo o donde lo indique el

Supervisor. El Contratista no puede introducir reuniones adicionales o modificar el diseño de ubicación de los indicados en los planes o aprobados por el Supervisor, sin su autorización.

En general, las superficies de concreto en las juntas deben pulirse y los rellenos, sellos o retenes indicados en el Proyecto deben usarse para ellos.

Las juntas deben ser perpendiculares a las líneas de fatiga principales y generalmente se ubicarán en puntos donde el esfuerzo cortante es mínimo.

En las juntas de construcción horizontales, se colocarán listones de alineación de 2 cm de espesor dentro del encofrado y a lo largo de todas las caras expuestas para dar líneas rectas a las juntas.

Antes de colocar el nuevo concreto fresco, las superficies de las juntas de construcción deben cortarse por completo con una herramienta adecuada aprobada por el Supervisor ”para eliminar rebabas y materiales sueltos e indeseables, también deben lavarse y rasparse con un cepillo de alambre y remojar en agua. hasta la saturación, manteniéndolos saturados hasta que se coloque el nuevo concreto.

El concreto de la subestructura se colocará de tal manera que todas las juntas de construcción horizontales sean perfectamente horizontales y, si es posible, no visibles en la estructura terminada.

Cuando se necesitan juntas de construcción verticales, las barras de refuerzo deben extenderse a través de la junta, de modo que la estructura sea monolítica; Además de haber dejado en tales casos cortar llaves formadas por hendiduras en las superficies.

**g) Agujeros para drenaje:** Los agujeros para drenaje o alivio deben construirse de la manera y en los lugares indicados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática deben colocarse debajo del agua mínima y también de acuerdo con las indicaciones en los dibujos.

Los moldes para hacer agujeros a través del hormigón pueden estar hechos de metal, plástico o tubos de hormigón, cajas de metal o madera. Si se utilizan moldes de madera, deben retirarse después de colocar el hormigón.

**(h) Remoción de los encofrados y de la obra falsa:** El tiempo de remoción del encofrado y el trabajo falso está condicionado por el tipo y la ubicación de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afectan el endurecimiento del concreto.

Si las operaciones de campo se controlan mediante pruebas de resistencia de cilindros de concreto, la eliminación del encofrado y otros soportes se puede llevar a cabo cuando se logran las resistencias establecidas en el diseño.



Los cilindros de prueba deben curarse en condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción del encofrado y los soportes debe hacerse con cuidado y de una manera que permita que el concreto tome los esfuerzos de manera gradual y uniforme debido a su propio peso.

**i) Curado:** Todo concreto se someterá a curado y durará el período establecido por el Supervisor.

El curado deberá ser de como mínimo catorce días (14) días después del vaciado de concreto; En algunas estructuras no masivas, puede reducirse el tiempo pero en ningún caso será menor a siete (7) días.

1) Curado con agua: El nuevo concreto deberá estar siempre húmedo utilizando las herramientas u equipos necesarios.

El agua que se usara para el curado debe tener las mismas propiedades que el agua con que se realizo la mezcla de concreto.

2) Curado con compuestos de membrana: este curado se puede realizar en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autoriza, previa aprobación de este último sobre los compuestos que se utilizarán y sus sistemas de aplicación.

**j) Acabado y reparaciones:** Todas las superficies de concreto deben recibir un acabado después de retirar el encofrado. El tipo de acabado dependerá de las características del trabajo construido.

Terminado por el frotamiento de la superficie: tan pronto como se haya quitado el encofrado o el encofrado y la condición del concreto lo permita, comenzará el roce, empapando las superficies con agua y luego frotándolas con una piedra áspera y rugosa, moliendo la superficie hasta formar una pasta

La operación de frotamiento debe continuarse hasta que todas las señales dejadas por el encofrado y otras protuberancias e irregularidades se hayan eliminado y la superficie tenga una textura suave y un color uniforme.

En este proceso, no se debe usar agua de cemento ni mortero de yeso. La pasta producida por el frotamiento debe cepillarse con cuidado o extenderse uniformemente en una capa delgada en la superficie, dejándola fraguar nuevamente. El acabado final se obtiene mediante un segundo roce con una piedra de carborundo más fina.

Acabado en los pisos del puente: si el piso se va a cubrir con una capa de asfalto, es suficiente para garantizar que la superficie de concreto esté nivelada adecuadamente para que presente las pendientes transversales indicadas en el Proyecto.

Acabado de losas: si los documentos del proyecto no establecen nada más, su acabado será el descrito para pavimentos de hormigón hidráulico.

**k) Limpieza final:** Al final del trabajo, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista debe retirar del sitio cualquier trabajo falso, materiales excavados o no utilizados, desperdicios, basura y construcciones temporales, restaurando de manera aceptable para el Supervisor, todos los bienes , tanto públicos como privados, que podrían haberse visto afectados durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

#### **l. Deterioros:**

De acuerdo con la magnitud de las imperfecciones, cualquier concreto defectuoso o dañado debe ser reparado o eliminado y reemplazado por el Contratista, con la aprobación del Supervisor. El Contratista proporcionará todos los recursos necesarios de mano de obra, equipo y materiales necesarios para la reparación del concreto.

### **ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS**

a) Controles: Durante la ejecución del trabajo, el Supervisor realizará los siguientes controles principales:

Verifique el estado y la operación de todos los equipos utilizados por el Contratista.

Supervisar la correcta aplicación del método previamente aceptado, con respecto a la elaboración y manejo de los agregados, fabricación, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.

Verifique que los materiales que se utilizarán cumplan con los requisitos de calidad requeridos por esta especificación.

Realice las pruebas necesarias para controlar la mezcla.

Monitorear la regularidad en la producción de agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.

Tome muestras diarias de la mezcla preparada para determinar su resistencia.

Realice mediciones para determinar las dimensiones de la estructura y verificar la uniformidad de la superficie.

Medir, a efectos de pago, los volúmenes de trabajo ejecutados con éxito

b) Calidad del cemento: cuando se considere necesario, el Supervisor organizará pruebas de control para verificar su calidad.

c) Calidad del agua: Cuando se sospeche de su calidad de volverán a hacer los análisis necesarios.

d) Calidad de los agregados: Se realizarán los ensayos de laboratorio establecidos en la normatividad vigente.

e) Calidad de los aditivos y productos químicos de curado: El residente alcanzara al supervisor los certificados de calidad otorgados por los proveedores para garantizar la calidad de los aditivos y productos químicos.

f) Calidad de mezcla:

Dosificación: La mezcla debe hacerse en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiendo variaciones de acuerdo con la normativa vigente.

Consistencia: El Supervisor verificará la consistencia de cada carga entregada, con la frecuencia indicada en la normativa vigente. Si no se cumple este requisito, se rechazará el cargo correspondiente.

Resistencia: El supervisor someter a ensayos las probetas extraídas después del vaciado de concreto para verificar su resistencia.

La muestra consistirá en seis (6) muestras de acuerdo con el método MTC E 701, con el cual se fabricarán muestras cilíndricas, para pruebas de resistencia a la compresión (MTC E 704), de las cuales se analizarán tres (3) a siete (7) días y tres (3) a veintiocho (28) días, después de haber sido sometidos a cura normalizada. Los valores de resistencia de siete (7) días solo se usarán para verificar la regularidad de la calidad de la producción de concreto, mientras que los valores obtenidos a los veintiocho (28) días se usarán para verificar la resistencia del concreto. Como resultado del ensayo se considerará el promedio de las tres muestras tomadas al momento de los vaciados.

La resistencia del concreto se considerará satisfactoria, si ninguna prueba individual tiene una resistencia más baja en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 Kg / cm<sup>2</sup>) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres pruebas de resistencia consecutivas es igual o superior a La resistencia de diseño especificada en los dibujos

Si uno o ambos de los dos (2) requisitos indicados de esta manera no se cumplen, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que está en duda, utilizando métodos adecuados para detectar las áreas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costo, tome núcleos de estas áreas, de acuerdo con el estándar MTC E 707

Se deben tomar tres (3) núcleos por cada resultado de prueba no conforme. Si el concreto de la estructura permanecerá seco en condiciones de servicio, los controles se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre 16 y 27 grados Celsius (16°C - 27°C) y luego se probarán en seco. Si el concreto de la estructura se va a mojar en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua durante cuarenta y ocho (48) horas y luego se analizarán.

La resistencia concreta del área representada por los núcleos se considerará aceptable, si el promedio de la resistencia de los tres (3) núcleos, corregido por la delgadez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificado en los dibujos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia

Si no se cumplen los criterios de aceptación anteriores, el Contratista puede solicitar que, a su costa, se realicen pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura como se especifica en el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, el concreto en discusión será aceptado. De lo contrario, el Contratista adoptará las medidas correctivas solicitadas por el Supervisor, que pueden incluir la demolición parcial o total de la estructura, si es necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo para la ENTIDAD

**g) Calidad del producto terminado:** El producto terminado deberá satisfacer lo establecido por la normatividad vigente respetando las siguientes características:

Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales

Otras tolerancias

Regularidad de la superficie

Curado

**Medición:** La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) provisto, colocado y consolidado en obra previamente verificado por el supervisor.

**Pago** El pago se hará por metro cubico de concreto en obra, después de haber cumplido con los ensayos necesarios de garantizar su calidad, previa verificación del supervisor.

## **RELLENO DE ESTRUCTURAS**

### **01.02.10 RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO**

**Descripción:** Se considerarán las mismas especificaciones indicadas para el relleno de estructuras con material de préstamo, pero teniendo en cuenta que el material de relleno con su propio material proviene de las excavaciones de las mismas estructuras.

**Ejecución:** Todo el material utilizado en el vertedero debe ser de calidad aceptable en opinión del Supervisor y no contendrá material orgánico o elementos inestables o de fácil alteración.

El material de relleno con su propio material se llama el obtenido de las excavaciones.

En las excavaciones de roca, los vertederos se ejecutarán solo con concreto. El relleno del terraplén detrás de los estribos y las paredes del ala del puente se depositará y compactará convenientemente en capas horizontales de 0.15 m de espesor y deberá alcanzar el 95% de porcentajes de compactación del Proctor modificado

Cuando los rellenos deben ejecutarse frente a estas estructuras, deben hacerse de antemano para anticipar posibles desviaciones. Antes de la ejecución de los rellenos, se tomarán precauciones para evitar acciones de cuña en la estructura, adaptando las pendientes de las excavaciones para que estén escalonadas o rugosas.

Los rellenos no se colocarán en los estribos y alas o muros de contención sin una orden escrita del Supervisor y preferiblemente no antes de 14 días de vaciar la estructura o cuando las pruebas de concreto rindan al menos el 80% de su resistencia.

**El contratista será responsable de la precisión en la colocación del relleno de acuerdo con las líneas y niveles indicados en los dibujos. La distribución y la gradación de los materiales de relleno deben ser tales que las diversas partes del relleno estén libres de lentes, cavidades, venas o capas de materiales que difieran sustancialmente en la textura y la gradación de los materiales circundantes.**

En todo momento, el contratista debe proteger y mantener los rellenos en condiciones satisfactorias hasta la finalización completa y la aceptación del trabajo.

**Medición:** La medición será expresada en metros cúbicos.

**Pago:** El pago se realizará en función del precio unitario del contrato por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

### **01.02.11 RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRÉSTAMO**

**Descripción:** Los rellenos sanitarios se refieren al movimiento de terrenos ejecutados para llenar todos los espacios excavados que no están ocupados por los cimientos y las elevaciones de las subestructuras.

Todo el material de préstamo utilizado en el relleno sanitario debe ser de calidad aceptable, cumplir con los requisitos de la normativa vigente.

El vertedero se ejecutará en la superficie de la tierra circundante teniendo en cuenta los asentamientos que puedan ocurrir dentro de él.

Debe estar completamente compactada por los medios apropiados y aprobada por el ingeniero inspector, de modo que sus características mecánicas sean similares a las del terreno primitivo.

En excavaciones de roca, el relleno se ejecutará solo con hormigón.

El relleno del terraplén detrás de los estribos y las paredes del ala del puente será depositado y compactado convenientemente, en capacidades horizontales de 0.30 m de grosor.

Cuando los rellenos deben ejecutarse frente a estas estructuras, deben hacerse de antemano para evitar posibles desviaciones. Se deben tomar precauciones para evitar acciones en cuña contra la mampostería, destruyendo las pendientes de las excavaciones, de modo que sean escalonadas o rugosas.

No se colocará relleno detrás de los estribos y las paredes de las alas sin el pedido por escrito del Ingeniero y preferiblemente no antes de 14 días después de que la mampostería esté terminada o cuando las pruebas de concreto muestren al menos el 50% de su resistencia.

**Llenado en seco:** el llenado en seco se considerará como el que corre por encima del nivel del agua según lo verificado por la supervisión en el campo durante la ejecución del trabajo.

**Llenado bajo el agua:** El llenado bajo el agua se considerará como uno que corre por debajo del nivel del agua, según lo verificado por la supervisión en el suelo durante la ejecución del trabajo.

**Medición:** El volumen realmente ejecutado en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), ubicado en el sitio por la supervisión, se considerará como el volumen de llenado, el mayor volumen movido debido a la esponja no se considerará en el medidor.

**Pago:** El pago de los rellenos se realizará sobre la base de la base de pago por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de vertedero, de acuerdo con el párrafo anterior.

Las bases de pago también incluirán los mayores volúmenes de material movido por la esponja.

En caso de llenarse bajo el agua, las Bases de pago variarán según la profundidad a la que se ejecute.

#### **01.02.12 TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE**

**Descripción:** Bajo este título, se considera el transporte y la posterior eliminación del exceso de material de las obras que se describen a continuación.

**Clasificación,** el transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser: desde excedentes de corte hasta depósitos de desechos, escombros para depositar en los lugares de depósitos de desechos, desde excedentes de corte transportados para su uso en terraplenes y sub bases , procedentes de deslizamientos de tierra, excavaciones para estructuras y otros,

procedentes de canteras para terraplenes, subbase, base, sellos y tratamiento de superficies, procedentes de canteras para fundición de protección.

**Materiales:** Los materiales a transportar son:

- a) Materiales de la excavación de las explanadas: los materiales de las excavaciones requeridas para la explanada y los préstamos forman parte de este grupo. También el material sobrante que se eliminará en los depósitos de residuos indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor. También incluye los materiales provenientes de la eliminación de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas donde se llevarán a cabo las excavaciones de la explanada, terraplenes y pedraplenes, hasta su disposición final.
  - b) Materiales de excavación para estructuras (subestructura en general): incluye todos los materiales de excavaciones para estructuras como zapatas, estribos y otros. El material sobrante se eliminará en el depósito de material excedente (DME) que indique en el proyecto o en el lugar donde el supervisor ordene.
  - c) Materiales de deslizamientos de tierra: los materiales del desplazamiento de pendientes o terrenos naturales, depositados en una carretera existente o en construcción, son parte de este grupo.
  - d) Materiales de las canteras: todos los materiales granulares naturales, procesados o mixtos que están destinados a formar terraplenes, capas granulares de estructuras de pavimento, tratamientos de superficie y sellos de arena y asfalto son parte de este grupo.
- Se excluyen los materiales para concreto hidráulico, rellenos estructurales, concreto nivelador, filtros de sub-drenaje y todos aquellos incluidos en los precios de sus respectivos artículos.
- e) Desechos: este material corresponde a los desechos de demolición de edificios, pavimentos, estructuras, elementos de drenaje y otros que no se utilizarán en el trabajo. Estos materiales deben transferirse y eliminarse en los depósitos de residuos indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.
  - f) Rocas: este material corresponde a las rocas de cantera que se utilizarán en los trabajos de protección. Estos materiales deben transferirse y eliminarse en los lugares indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

**Equipo:** El equipo para esparcir o esparcir, humedecer y compactar los rellenos para estructuras debe ser apropiado para garantizar la ejecución del trabajo de acuerdo con los requisitos de esta Sección y las disposiciones de la normativa vigente.

El equipo debe ubicarse adecuadamente en lugares donde no moleste a la población y al medio ambiente y también debe tener silenciadores adecuados, especialmente si se trabaja en áreas vulnerables o se altera la tranquilidad del medio ambiente.

**Requisitos de trabajo:** El Contratista debe notificar al Supervisor, con bastante anticipación del inicio de la ejecución de los vertederos, para que verifique los trabajos topográficos y la calidad del piso de cimentación, las características de los materiales que se utilizarán y los lugares donde son usados. Serán colocados.

Antes de comenzar las obras, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos deben contar con la aprobación del Supervisor.

Cuando el relleno se colocará contra una estructura de hormigón, su colocación solo se permitirá una vez que el hormigón haya alcanzado al menos el 80% de su resistencia.

Siempre que el relleno sanitario se coloque en un terreno donde haya corrientes de agua superficial o subterránea, primero se debe desviar el primero y el segundo se debe tomar y conducir fuera del área donde se va a construir el relleno sanitario.

Todo el relleno sanitario colocado antes de ser autorizado por el Supervisor debe ser retirado por el Contratista, a su propio costo, costo y riesgo.

**Esparcido o extensión y compactación del material:** Los materiales de relleno se extenderán en capas horizontales y de espesor uniforme, y se debe obtener el grado de compactación requerido en todos los casos.

“Cuando el relleno debe depositarse sobre el agua, los requisitos de compactación para las capas solo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de 1 m de material relativamente seco.

Una vez que se extiende la capa, se humedecerá y se determinará el contenido óptimo de humedad de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio realizadas.

En casos especiales donde la humedad del material es excesiva para lograr la compactación esperada, el Contratista debe tomar las medidas apropiadas, pudiendo proceder con el secado por aireación o la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como la cal viva. En este último caso, debe tomar todas las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de los operadores.

**Medición:** La unidad de pago para este artículo será el metro cúbico (m<sup>3</sup>) transferido, es decir, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia de transporte real.

**Pago:** El pago de las cantidades de transporte de materiales determinadas de la manera indicada anteriormente, se realizará al precio unitario, por unidad de medida, de acuerdo con las disposiciones de esta Sección y las instrucciones del Supervisor.



El precio unitario debe cubrir todos los costos de mano de obra, equipo, herramientas, transporte y, en general, todos los costos relacionados para ejecutar correctamente el trabajo contemplado aquí.

El precio unitario no incluirá los costos de carga, descarga, tiempo de inactividad y eliminación del material, que se incluyen en los precios unitarios de los artículos correspondientes.

### **01.03 ESTRUCTURA METALICA-SUPERESTRUCTURA**

#### **01.03.01 FABRICACIÓN EN TALLER**

##### **Planos estructurales y de fabricación en taller:**

Los planos de la estructura metálica son parte del presente informe y serán de cumplimiento obligatorio.

Los planos del taller de la estructura de acero deben mostrar, con todo detalle, todas las dimensiones y tamaños de los componentes de la estructura, así como los detalles de las conexiones entre los elementos.

El Contratista debe comprender expresamente que la aprobación por parte del Supervisor de los planes de fabricación en el taller no lo libera de las responsabilidades por el contenido de dichos planes.

##### **Materiales:**

**Acero:** El acero que se usara para la fabricación de los elementos estructurales será el indicado en los cálculos estructurales, los cuales cumplen con la normatividad vigente.

**Conectores de corte:** Los conectores de corte pueden ser de dos tipos: Tipo Stud y Tipo de canal, se verificará en los planos la cantidad de cada conector a utilizarse.

**Calificación de los soldadores:** Los soldadores deberán ser certificados en trabajos de estructuras metálicas; los certificados de los soldadores deberán ser notificadas al supervisor antes de iniciar los trabajos de soldaduras.

El Contratista solo puede emplear mano de obra con experiencia en la fabricación de estructuras de puentes de acero y el Supervisor puede exigir la retirada de personal que no sea competente.

**Soldadura- Generalidades:** La soldadura es muy importante debido a que esta recibirá cargas que soliciten a las estructuras metalicas.

##### **Inspección y control de calidad de la soldadura:**

Se debe inspeccionar las soldaduras inmediatamente después de haberlas realizado utilizando ensayos no destructivos tales como:

Prueba radiográfica (rayos "X" y / o "Gamma").

Tintes penetrantes.

Prueba de ultrasonido.

El supervisor rechazara la fabricación de las estructuras si no cumplen con los ensayos anteriormente descritos.

Marcas para el transporte: deberán marcarse las estructuras para su correcta identificación.

**Medición:** Se medirá por tonelada de estructura fabricada de acuerdo con las especificaciones y aprobada por el supervisor.

**Pago:** Se pagara por tonelada de estructura fabricada.

### **01.03.02 PINTURA ANTICORROSIVA**

#### **01.03.03 PINTURA ESMALTE**

**Descripción:** Estas especificaciones se refieren al tratamiento de estructuras de acero con pinturas protectoras del sistema denominado Zinc - Epoxi - Poliuretano.

**Materiales - Primera capa:** es una pintura epoxi anticorrosiva rica en zinc, formulada con silicatos de dos componentes (zinc inorgánico).

**Segunda capa:** es una pintura epoxi Mastic autocebante con alto contenido de sólidos, especialmente diseñada para proteger el acero y el concreto en ambientes agresivos.

**Tercera capa:** es una pintura a base de poliuretano acrílico alifático, bicomponente. Es una pintura de acabado, con sólidos en volumen del 65% al 70%, de bajo contenido volátil.

#### **Características físicas y químicas de las pinturas:**

**Anticorrosivo:** Proporciona protección catódica al acero, evita el avance progresivo de la corrosión en áreas pintadas que sufren daños mecánicos.

**Epoxi:** Excelente resistencia a la inmersión en agua salada y agua dulce, buena resistencia a los vapores en ambientes ácidos, buena resistencia a salpicaduras y derrames de álcalis y solventes, alta resistencia a la corrosión.

**Poliuretano:** curado en condiciones de alta humedad, anticorrosivo e inhibidor de herrumbre, resistente a la corrosión en ambientes marinos y severos, se puede aplicar sobre superficies con chorro de arena o limpieza mecánica, excelente retención de color y brillo, típico de uretanos alifáticos, se puede aplicar con equipo sin aire , equipos convencionales e incluso con brocha, las propiedades varían según el tipo de pintura. Ver especificaciones técnicas de los proveedores.

**Preparación de la superficie:** todas las superficies de acero estructural a pintar se limpiarán bajo presión.

Las superficies de acero destinadas a pintar deben prepararse como se describe en las especificaciones del "Consejo de Pintura de Estructuras de Acero" (SSPC).

La pintura no debe aplicarse en condiciones de niebla o niebla, o cuando llueve o nieva, o cuando la humedad relativa excede los límites establecidos para el producto

Se debe hacer lo siguiente para la aplicación de la pintura:

Chorro de arena de metal casi blanco tipo SSPC-SP10. Alternativamente, se puede usar chorro de arena con escoria o granallado. La limpieza debe dejar la superficie con un perfil de rugosidad de 1 a 3 milésimas de pulgada.

Una vez que termine el chorro de arena, la pintura se llevará a cabo el mismo día que se realizó la limpieza. Si las superficies tratadas se oxidan o contaminan con materias extrañas antes de pintar, deben limpiarse nuevamente bajo la responsabilidad del Contratista.

Se utilizarán sistemas sin aire y / o equipos a presión convencionales para el proceso de pintura. El Contratista primero debe verificar que el equipo esté completamente operativo y eficiente (mangueras, bombas, boquillas). Solo puede usar una brocha o rodillo para pintar retoques, reseñas y resanas.

Después de la limpieza final con aire, comienza con la aplicación de la primera capa de pintura con un espesor de la película protectora seca igual a 2.0 / 3.0 mils. La solicitud debe hacerse con equipos aprobados por el Supervisor.

Luego de la primera capa y al pasadas las 24 horas, se aplicará la segunda capa de pintura con un espesor de 4.0 / 5.0 mils.

Para cada elemento que recibió la segunda capa y dentro de 18 a 24 horas como mínimo, se aplicará la tercera capa de pintura superficial con un espesor de 2.0 / 3.0 milésimas de pulgada. Después de la colocación de cada capa de pintura, el Contratista deberá controlar y verificar junto con el Supervisor el espesor de la pintura colocada con los instrumentos adecuados (medidor de espesor).

Además de lo anterior, todas las pinturas deben aplicarse de acuerdo con las especificaciones e instrucciones del proveedor de pintura, que coordinará y asesorará al Contratista antes y durante los procesos de limpieza y pintura.

**Medición:** La pintura anticorrosiva se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie pintada, como se indica en el punto anterior.

**Pago:** El pago por la pintura de la estructura se realizará en función de su precio unitario en soles por metro cuadrado.

#### **01.03.04 TRANSPORTE A OBRA**

**Descripción:** Este trabajo consiste en cargar, transportar y descargar en los lugares de destino final de materiales granulares, excedentes, mezclas de asfalto, rocas, deslizamientos de tierra y otros a diferentes distancias, de acuerdo con estas especificaciones y de acuerdo con el Proyecto.

**Clasificación:** El transporte se clasifica según los diferentes tipos de materiales a transportar y su origen o destino, en el siguiente detalle:

Granular procedente de canteras u otras fuentes para trabajos de mejora del suelo, terraplenes, afirmado, subbase, base, suelo estabilizado, etc.

**Equipo:** El equipo para cargar, transportar y descargar materiales debe ser apropiado para garantizar el cumplimiento de las disposiciones del Proyecto y el programa de trabajo, y debe estar provisto de los elementos necesarios para evitar problemas de seguridad vial, contaminación o cualquier alteración dañina del material transportado y su caída en las carreteras utilizadas para el transporte.

Todos los equipos de carga, transporte y descarga de materiales deben cumplir con las disposiciones legales sobre el control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo utilizado por el Contratista puede exceder las dimensiones y las cargas permitidas por eje y los totales establecidos en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Cada vehículo debe indicar claramente su capacidad máxima.

Para evitar los efectos de la dispersión y el derrame de materiales granulares, excedentes, deslizamientos de tierra y otros, deben humedecerse y cubrirse. La cubierta debe ser de un material resistente para evitar que se rompa o rasgue y debe estar unida a las paredes exteriores del contenedor o la tolva.

Todos los vehículos deben tener los contenedores o tolvas apropiados incorporados en sus cuerpos, de modo que la carga depositada en ellos esté completamente contenida de tal manera que se evite el derrame y la pérdida de material húmedo durante el transporte. Esta tolva debe estar constituida por una estructura continua que no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios en su contorno, además, deben estar en buen estado de mantenimiento.

Los equipos de carga y descarga deben estar provistos de los accesorios necesarios para realizar adecuadamente estas tareas, entre las cuales se pueden mencionar las alarmas acústicas, ópticas y de otro tipo.

**Aceptación del trabajo:** El Supervisor medirá el trabajo realizado de acuerdo con el material transportado, la ruta establecida y las distancias de origen y destino determinadas de acuerdo con los criterios o criterios de cálculo o fórmulas establecidos en el Proyecto o aprobados por el Supervisor. Si el Contratista usa una ruta diferente y más larga que la aprobada para el transporte, el Supervisor calculará la distancia previamente definida.

**Medida:** La unidad de pago para este artículo será el metro cúbico-kilómetro (m<sup>3</sup>-km) transferido.

**Pago:** El pago de las cantidades de materiales transportados, determinado de la manera indicada anteriormente.

#### **01.03.05 MONTAJE Y LANZAMIENTO**

**Descripción:** Este elemento incluye todo el montaje y / o lanzamientos necesarios de la estructura del puente, de acuerdo con los planes de diseño del fabricante, de modo que la estructura esté en su posición final, como se indica en los planes del proyecto.

**Ejecución:** Para la ejecución del ensamblaje de las vigas metálicas se distinguen las siguientes fases:

a) Plan de montaje: el Contratista, en base al conocimiento previo y obligatorio de las características físicas del lecho del río y el régimen del río y las áreas circundantes donde se ubicará el puente, definirá y propondrá al "Supervisor" para su aprobación el plan de ensamblaje que considere apropiado para que la estructura metálica pueda colocarse en su posición final como se muestra en los planes del proyecto, una propuesta que debe estar respaldada por planos y especificaciones para su aprobación por el "Supervisor".

El Contratista para tales fines deberá preparar y presentar los Planes de Ensamblaje, los Cálculos del Proceso de Ensamblaje y Lanzamiento, definiendo las dimensiones y materiales necesarios de las estructuras temporales que se utilizarán y verificando, además, que la estructura principal para el Lanzamiento, no sufre tensiones o deformaciones mayores que las admisibles y no contempladas en la etapa de diseño.

Del mismo modo, debe presentar la lista de equipos, herramientas, accesorios, materiales necesarios, personal especializado, seguro de personal, seguro de montaje y medidas de seguridad adicionales durante la instalación del puente.

La aprobación del "Supervisor" no exime al Contratista de sus responsabilidades por la seguridad de su método y el buen funcionamiento de su equipo. La presentación de dicho archivo debe ser con suficiente anticipación para que el "Supervisor" pueda revisar y aprobar si es consistente.

b) Trabajo preliminar: el contratista debe preparar un área apropiada como se indica en la especificación de nivelación del suelo y maniobras preliminares de ensamblaje.

c) Ensamblaje de la estructura metálica: Para el ensamblaje de la estructura del puente, se debe seguir un procedimiento lógico, donde cada uno de sus componentes se ensamblará de manera segura, como se muestra en los planes de marcado e identificación de las secciones y elementos, cada uno se maniobrarán cuidadosamente para que no se doblen, rompan o sufran daños.

Las partes de la estructura no son intercambiables, y el Contratista debe guiarse por las marcas, para evitar que se coloquen en otro lugar. Todos los elementos deben ser acomodados en su lugar sin ningún posible forzamiento.

Durante el montaje se verificará que las dimensiones del conjunto sean correctas, teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en los dibujos. Es muy importante la verificación dimensional de la encimera de cada viga durante el proceso de ensamblaje y soldadura de las secciones y elementos; se debe preparar una hoja técnica que registre la geometría final y, por otro lado, las mismas pruebas de control de calidad de soldadura también se realizarán en la unión de las secciones, de acuerdo con las especificaciones del artículo Fabricación en taller.

d) Instalación del puente falso o torres temporales: de acuerdo con el plan de montaje aprobado, el Contratista instalará el puente falso o las torres temporales (pilares), verificándose en todos sus aspectos, como la calidad y el estado de conservación de sus elementos, la correcta instalación de los mismos en todo el conjunto y el equipamiento ideal. En caso de presentar secciones, elementos o accesorios de dudosa calidad para la función que deben cumplir, estos serán rechazados e intercambiados por repuestos de calidad adecuada.

La eliminación del puente falso o las torres temporales no tendrá lugar hasta que la estructura metálica esté completamente ensamblada e instalada en su posición final y sea capaz de sostenerse por sí misma. El retiro de estas estructuras temporales debe ser aprobado por el Supervisor.

e) Lanzamiento y ensamblaje final de vigas metálicas: El tipo de ensamblaje (lanzamiento desde un extremo, montaje en puente falso, elevación de grúa, etc.) que se realizará finalmente será el propuesto por el contratista y será revisado y aprobado por La Supervisión.

El proceso de lanzamiento de las vigas continuará siempre y cuando los resultados del control de calidad de la soldadura por empalme de las secciones sean satisfactorios y el puente falso y / o las torres de lanzamiento se instalen de manera correcta y consistente.

Todos los equipos y herramientas que se utilizarán en la etapa de ensamblaje y / o lanzamiento, como grúas, gatos, bucles, rodillos, tirsos, etc., deben haber sido revisados previamente. y asegurar su perfecto funcionamiento.

El Contratista tomará todas las disposiciones para garantizar la estabilidad de las vigas durante las etapas de ensamblaje, para lo cual debe proporcionar y proporcionar el refuerzo temporal necesario de la estructura en su conjunto, así como de cada uno de los elementos componentes. Una vez que las vigas y los elementos de refuerzo, los diafragmas, los dispositivos de soporte y otros estén en la posición correcta, se realizará el ajuste final de los pernos de alta resistencia.

Los arriostramientos temporales no deben eliminarse hasta que la losa de concreto del tablero alcance la resistencia ( $f'c$ ) especificada en el Proyecto.

**Medición:** Se medirá en toneladas de estructura metálica debidamente ensamblada y colocada en su posición final con la aprobación adecuada del Supervisor.

**Pago:** El ítem Montaje y Lanzamiento de vigas metálicas se pagará por el monto medido de acuerdo con el párrafo anterior.

#### **01.04.05 RIEGO DE LIGA**

**Descripción:** Consiste en la aplicación de un riego de asfalto sobre una superficie de asfalto, o de concreto de cemento portland, antes de la colocación de otra capa bituminosa, para facilitar la adhesión entre ambos, de acuerdo con estas especificaciones y de acuerdo con el Proyecto .

**Materiales:** Los materiales asfálticos que se utilizarán para la aplicación de League Irrigation son:

Cemento asfáltico 40/50; 60/70; 85/100 o 120/150, de acuerdo con los requisitos establecidos en la Tabla 415-02.

Emulsión catiónica de ruptura lenta CSS-1 o CSS-1h diluida con agua (de acuerdo con la Tabla 415-04).

Cualquier otro material especificado por el Proyecto y aprobado por el Supervisor.

Con suficiente anticipación para y antes de que la Irrigación de la Liga funcione, el Contratista debe presentar para la aprobación de la Supervisión, muestras del material de asfalto propuesto.

**Equipo:** Se aplican las disposiciones de la subsección 416.03. Excepcionalmente y para trabajos a pequeña escala, se pueden utilizar cocinas portátiles de asfalto con elementos de riego a presión o una extensión del tanque de cebado con una boquilla de expansión que permite un riego uniforme. No se permitirá el uso de regaderas perforadas manualmente.

**Medición:** El material bituminoso se medirá de acuerdo con el tipo de material y el régimen de riego aprobado por el Supervisor aplicado al área establecida.

**Pago:** El precio constituirá una compensación total para todos los materiales hasta que se coloquen en el sitio.

#### **01.04.06 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE**

**Descripción:** Son materiales asfálticos de consistencia blanda o fluida, que se pueden usar en irrigación de imprimación y liga, sellos de arena y asfalto y tratamientos superficiales.

**Materiales:** El material a suministrar será un asfalto líquido de curado medio o rápido, cuyo tipo y características dependerán del trabajo en el que se aplicará.

Debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la Subsección 415.02 (d).

Equipo: se deben considerar los requisitos indicados en la subsección 426.03.

Incorporación del producto: el Contratista suministrará el asfalto líquido de conformidad con las disposiciones legales al respecto, especialmente las referidas a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental.

El uso de asfalto líquido estará de acuerdo con las disposiciones del Proyecto y según lo establecido en la sección correspondiente al elemento de trabajo del cual formará parte.

El asfalto líquido debe aplicarse al salir de la planta del proveedor, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características de calidad. **Aceptación del producto - Criterios - Controles:**

El Supervisor llevará a cabo los siguientes controles principales:

Requerir un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que el producto cumple con las condiciones de calidad especificadas en la Subsección 415.02(d)

Verifique el estado operativo de los equipos de transporte y almacenamiento.

Verifique que durante el vaciado de los camiones cisterna no se realicen manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.

Tome, cuando lo considere apropiado, muestras para las pruebas requeridas por la Subsección 416.09 (b) según corresponda y realice las pruebas respectivas.

**Medición:** La unidad de medida del asfalto líquido, de acuerdo con el tipo utilizado, será el litro (l).

**Pago:** El pago del asfalto líquido no se pagará de forma independiente, se incluirá en el precio unitario del artículo correspondiente.

## **01.06 VARIOS**

### **01.06.01 JUNTAS DE DILATACIÓN**

**Descripción:** Está referida a las juntas de dilatación que se encuentran ubicadas entre las Losas de aproximación al puente y el pavimento, las cuales serán del tipo sellantes, a base de Siliconas o de Poliuretano de curado rápido.

**Materiales:** Las juntas sellantes (de Silicona o Poliuretano) son un producto de alta capacidad de movimiento, de rápida aplicación, fáciles de instalar, altamente adhesivos y durables.

**Propiedades del Sellante:**



Elongación, porcentaje mínimo <sup>1</sup>	600
Módulo de la Junta al 100%	21-83 (3-2) Kha (psi)
Recuperación de Elasticidad	> 90 %
Dureza Shore A	25 a 35
Temperatura de aplicación	+5°C a 40° C
Capacidad de Movimiento,	10 Ciclos <sup>2</sup>
± 50 % (Juntas de 3 a 4 )	Sin Falla
+100/-50 % (Juntas de 1 a 3")	Sin Falla

1 Muestra de 12.7x12.7x50.8 mm

2 Muestra de 50.8x12.7x50.8 mm

Abertura de Junta	Espesor del sello	Depresión de la Junta respecto de la rasante	Compresión de la Junta	Dilatación de la Junta
1"	½"	½"	½"	1 ½"
1 ½"	½"	½"	¾"	2 ¼"
2"	½"	½"	1"	3
2 ½"	½"	½"	1 ¼"	3 ¾"
3"	½"	5/8"	1 ½"	4 ½"

\* Tabla basada en una temperatura de 25 °C ±1 (77 °F ±2) y una humedad relativa de 50% ±5%.

Se empleará un material de respaldo para la colocación del sellante, éste material debe tener baja capacidad de absorción y debe ser químicamente inerte.

Propiedades del material de respaldo

- Límite de temperatura				-40 a 70° C
- Absorción del agua ASTM D 1622		0.03 - 0.10 Kg/m <sup>3</sup>		
- Gaseado (N° de burbujas) ASTM C 1253	<1			
- Compresión recuperada ASTM D 5249	>9			
- Deflexión ASTM D 5249				> 20.5 kPa
- Resistencia ASTM D 1623			> 200 kPa	

**Ejecución:** La colocación de la Junta de expansión, consiste en remover parte del concreto de la losa de aproximación, para luego reponer el concreto, teniendo cuidado que previamente la superficie expuesta del concreto existente haya sido tratado con aditivos que aseguren que el concreto fresco una vez endurecido sea monolítico con el primero y la parte expuesta (Superficie de rodadura) sea resistente a la abrasión.

Previamente a la aplicación y durante la colocación del sellante, las superficies de las juntas deberán mantenerse limpias, seca, libres de aceite, grasa, oxido, mortero seco, o cualquier otra materia extraña. Se puede emplear como material de respaldo para la colocación del sellante, espumas plásticas, este debe colocarse a presión en el interior de la junta. El material de respaldo no debe contener bitumen o materiales volátiles, debido a que dichos materiales pueden migrar o ser absorbidos por las paredes de la junta disminuyendo la adherencia del sellante.

Se recomienda, siempre, que la superficie del sellante quede como mínimo 12.7 mm (½”) por debajo de la superficie de rodadura.

Las esquinas de concreto de la junta serán achaflanadas a ¼” (6.5 mm).

**Medición:** La partida junta de dilatación se medirá por metro lineal (m) sobre la longitud realmente ejecutada y aprobada por el Supervisor.

**Pago:** La partida junta de dilatación se pagará por la longitud medida según el párrafo anterior y al precio unitario; dicho pago constituye compensación total por toda la mano de obra, suministro de materiales, equipos, herramientas y todo imprevisto necesario para completar la partida a satisfacción del Supervisor.

### 01.06.02 DISPOSITIVOS DE APOYO

**Descripción:** Se refiere a la fabricación, adquisición y colocación de los) dispositivos de soporte para la Superestructura.

**Materiales:** Las placas que servirán de soporte serán de neopreno cosido tipo Stup o similar, satisfaciendo las características establecidas por la ASTM.

Las dimensiones y el dispositivo de estas placas deben estar de acuerdo con los dibujos.

Los sitios de mortero ( $f'_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ ) que soportan los soportes de neopreno serán cuidadosamente enjuagados y pulidos a los niveles indicados. Su perfecta horizontalidad debe controlarse para garantizar un asiento uniforme de los soportes de neopreno.

Los soportes se prepararán en la fábrica de acuerdo con las dimensiones indicadas en los dibujos.

**Medición:** Los soportes de neopreno se medirán por unidad (Und), instalada en su posición final, como se indica en los dibujos.

**Pago:** Los soportes definidos de acuerdo con las especificaciones antes mencionadas se pagarán en función de su precio unitario.

### 01.06.03 TUBOS DE DRENAJE

**Descripción:** Bajo este encabezado, el Contratista llevará a cabo el suministro y la colocación de las tuberías de drenaje de la losa de la superestructura. Las tuberías que se colocarán serán de PVC de SAP 4 "en el área de recepción de los líquidos, con un codo de 45 y una proyección de 50 cm en la parte inferior, espaciadas cada 5 m a ambos lados de la pista.

**Ejecución:** El Contratista ejecutará este trabajo, en paralelo al encofrado de la losa del puente. La colocación de las tuberías de drenaje en su posición final debe cumplir con lo indicado en los dibujos.

Se debe tener cuidado para cubrir todos los espacios posibles entre las tuberías de drenaje y el encofrado, para que no se derrame la mezcla de concreto al momento del vertido.

**Medición:** Número de tubos de drenaje colocados (unidades).

**Pago:** El número de tuberías de drenaje se pagará en función de su precio unitario.

### 01.06.04 BARANDAS METÁLICAS

**Descripción:** bajo este encabezado, el Contratista llevará a cabo convenientemente la construcción de postes de acero y barandas de tuberías de hierro, y que es una parte integral de la superestructura del puente, de acuerdo con la ubicación y los detalles indicados en los dibujos.

**Materiales:** los perfiles y las placas serán de acero de calidad ASTM A36 y se utilizarán electrodos AWS E6011. Las tuberías serán de hierro galvanizado en diámetros y cantidades que se muestran en los dibujos.

El sistema de pintura será el indicado en los ítems correspondientes a estructuras de acero estructural.

**Ejecución:** en general, la fabricación de barandas debe cumplir con las especificaciones para la fabricación de estructuras metálicas.

Las barandillas de los puentes deben construirse de acuerdo con las huellas y el enrasado indicados en los planos y no deben reflejar ninguna irregularidad en la estructura. Todos los postes del riel deben ser verticales.

El pasamanos no debe colocarse en la sección a menos que sea capaz de sostenerse por sí mismo, es decir, después de quitar los elementos auxiliares de soporte, si los hay.

**Medición:** La medición de barandas del puente debe realizarse por metro lineal.

**Pago:** Las cantidades medidas de la manera descrita se pagarán por metro lineal en función de su precio unitario.

#### **01.06.05 PRUEBA DE CARGA DE SUPERESTRUCTUA**

**Descripción:** Este trabajo consiste en el transporte, suministro, construcción y manejo de materiales, instalaciones y equipos necesarios para la ejecución de la prueba. El Contratista debe ejecutar una prueba de carga para cada puente al término de la construcción. Es necesario que el Contratista, elabore su programa de ejecución de prueba e informe con detalles respecto de las cargas (camiones cargados y pesados previamente) que utilizará según la metodología que el mismo puede proponer o adoptadas eventualmente las indicaciones del “Supervisor” para complementar las especificaciones para las pruebas.

**Materiales:** El Contratista debe proporcionar todos los materiales de construcción, madera, lonas, cables, alambres, (de acero-invar), winchas, etc. o cualquier otra clase de materiales adecuados, necesarios e indispensables para la instalación y levantado de plataforma, guardavientos y refugios, etc. para la completa y correcta ejecución de la prueba de carga de los puentes mediante instrumentos y aparatos de precisión para medir las deflexiones.

**Equipo:** El Contratista debe proporcionar los vehículos de prueba, la operación e ingeniería para la correcta ejecución de cargas sobre los puentes, verificación y control de la prueba de carga según el informe técnico con los planos y programa de la carga elaborados por el Contratista y aprobados por el Ingeniero “Supervisor” de Obra.

Los vehículos utilizados para la prueba deben producir efectos similares a los producidos por el camión de diseño (HL -93) en las posiciones críticas, aunque ello implique que tengan un peso bruto menor que el de la carga de diseño.

Las cargas se aplicarán con los camiones cargados (previamente pesados); mientras tanto pueden ser empleados 2 ó 3 micrómetros de precisión ( $\pm 0.01$  mm) para medir las deflexiones al centro de la luz del tablero cargado y verificado por 2 niveles de gran precisión.

Serán necesarios también termómetros para observar la influencia de la temperatura durante la ejecución de la prueba.

**Ejecución de la prueba:** Las cargas (vehículos) de prueba serán posicionadas, en la cantidad que permita el número de vías existente, de tal manera que produzcan el momento flector crítico al centro de la luz del tablero, o en las posiciones más desfavorables conforme al tipo de estructura.

Toda la información relativa a la Prueba será proporcionada por el Contratista en un Informe y en los planos de la prueba presentados en su oportunidad y aprobados por el Ingeniero “Supervisor”.

El método del incremento de la carga también será de acuerdo al informe ya aprobado. El mismo informe deberá contener todos los cálculos teóricos (con el módulo de elasticidad teórico del concreto o del acero) de las deflexiones (desplazamientos verticales) del tablero al centro del mismo o en los puntos que se consideren necesarios de acuerdo al tipo de estructura.

Los desplazamientos verticales deben observarse con una precisión de 0.05 mm El Contratista conjuntamente con la Supervisión deben llevar un registro de observaciones, para poder obtener datos que determinen la capacidad de carga del puente con relación a las deflexiones teóricas ya calculadas para las mismas cargas

**Medición:** La medición se efectuará en forma global

**Pago:** Bases de Pago deberá contemplar Materiales, Mano de Obra y equipo

#### **01.06.06 ACABADO DE VEREDA**

**Descripción:** Se refiere a la aplicación sobre concreto fresco de la vereda de un aditivo antideslizante endurecedor de pisos, para un tráfico moderado de peatones.

**Ejecución:** Se aplicará espolvoreando el aditivo sobre la superficie húmeda de la vereda, luego del cual se frotará hasta darle el acabado respectivo

**Medición:** Se efectuará por metro m<sup>2</sup>

**Pago:** El Pago deberá contemplar Materiales, Mano de Obra y equipo.

### **01.06.06 ENROCADO**

**Descripción:** Se refiere a la colocación de roca sobre los márgenes del cauce del río.

**Ejecución:** Se conseguirá la roca idónea para la realización del enrocado, respetando los diámetros y espesores establecidos por el presente.

**Medición:** Se efectuará por metro m2.

**Pago:** El Pago deberá contemplar Materiales, Mano de Obra y equipo.

## **02 ACCESOS**

### **02.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **02.01.01 PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE**

**Descripción:** Este elemento consistirá en la preparación y acondicionamiento de la superficie de las explanadas en las áreas de corte y se ejecutará cuando se alcancen los niveles de subrasante.

Todos los agujeros, depresiones o imperfecciones serán reemplazados con material base granular para pisos hasta que se alcancen las secciones transversales indicadas en los planos u ordenadas por el Supervisor.

**Ejecución:** Una vez que se alcanzan los niveles indicados en los planes, la elaboración del perfil se realizará de acuerdo con las secciones transversales. La profundidad de escarificación será de 20 cm.

Antes de proceder a la compactación, la superficie debe humedecerse con un riego uniforme.

En estos trabajos se utilizará un rodillo liso vibrante. Este rodillo tiene que viajar a través del área, para que el material se distribuya de manera uniforme. Será transportado por un equipo que tenga suficiente potencia y peso, en condiciones normales de trabajo. La compactación no será inferior al 95% de la densidad seca máxima proporcionada por la prueba de Proctor (modificada) o según lo indique el Supervisor.

**Medición:** El perfil y la compactación de las explanadas en las áreas de corte se medirán en metros cuadrados perfilados y compactados.

**Pago:** El área perfilada y compactada medida se pagará por metro cuadrado

#### **02.01.03 TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRÉSTAMO**

**Descripción:** Esta partida consiste en la conformación de un nuevo terraplén con material de cantera.

**Materiales:** Todos los materiales que se utilicen para la conformación del nuevo terraplén deberán haber pasado por los ensayos necesarios que la normatividad vigente indica y que su uso sea aprobado por el supervisor.

**Equipo:** El equipo utilizado para la conformación de los terraplenes deberá ser aprobado por el supervisor.

**Medición:** La unidad de medida será el metro cubico (m<sup>3</sup>).

**Pago:** Se pagará por los metros cúbicos ejecutados multiplicados por el precio unitario del presupuesto.

### **02.01.03 AFIRMADO**

Descripción: Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de material afirmado (material granular seleccionado) como superficie de la carretera, que puede obtenerse de manera natural o procesarse, debidamente aprobado, con o sin la adición de estabilizadores de suelo, que son colocado sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, de acuerdo con las alineaciones, pendientes y dimensiones indicadas en el informe y aprobadas por el Supervisor, y teniendo en cuenta las disposiciones del Plan de Gestión Ambiental.

Generalmente, la declaración especificada en esta sección se utilizará como superficies rodantes en carreteras sin pavimentar.

**MATERIALES:** Para la construcción de afirmaciones, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales de excavaciones excedentes, canteras o escorias metálicas, establecidas en el Archivo Técnico y aprobadas por el Supervisor; también pueden provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas fuentes.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y duraderas, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, grumos de arcilla u otras sustancias nocivas. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso del material.

Para la transferencia del material afirmativo al sitio de trabajo, debe humedecerse y cubrirse con lona para evitar emisiones de material particulado, lo que podría afectar a los trabajadores y las poblaciones circundantes.

**Características:** El material Afirmado debe cumplir con las siguientes características físicas, químicas y mecánicas que se indican a continuación:

**Partículas planas y alargadas (ASTM D- 693) Máximo 25%**

**Valor relativo de la ayuda, C.B.R. 2 días de inmersión en agua (ASTM D-1883) Mínimo 20%**

**Sales solubles totales Máximo 2%**

**Porcentaje de compactación del supervisor modificado (ASTM D-1557) Mínimo 95%**

**Variación en el contenido óptimo de humedad del Proctor modificado  $\pm 1.5\%$**

**Límite de líquido (ASTM D-423) Máximo 30%**

**Índice de plástico (ASTM D-424) Máximo 8%**

**Medición:** Metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

**Pago:** Se pagará por los m<sup>3</sup> ejecutados previa verificación del supervisor.

### **03.01 FLETE TERRESTRE**

**Descripción:** Esta partida consiste en el traslado de los materiales desde donde se adquiere los materiales hasta el lugar de la obra, el transporte se realizara de acuerdo al cumplimiento de las normas de trabajo y seguridad establecidas por las autoridades competentes

**Medición:** Unidad de medida Glb de acuerdo a los metrados del presupuesto

**Pago:** El pago será de acuerdo al avance y como se indique en los costos unitarios que incluyen; materiales, herramientas y equipos menores.

### **04.01 LINEAS CONTINUAS**

**Descripción:** Se refiere al pintado de la señalización horizontal del puente.

**Medición:** Unidad de medida es en metros de acuerdo a los metrados del presupuesto.

**Pago:** Se pagará por metros lineales ejecutados según el precio unitario del presupuesto.

### **04.02 PINTURA EN SARDINELES**

**Descripción:** Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas de delimitación de separación de los carriles de tráfico continuo y la pintura de sardinas como se indica en los planos.

El diseño de las marcas de delineador en el pavimento, las dimensiones, el tipo de pintura y los colores que se utilizarán deben estar de acuerdo con los planos y documentos del proyecto, el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotriz para Calles y Carreteras del MTC y las disposiciones del Supervisor.

**Medida:** La unidad de medida es el metro lineal (ml)

**Pago:** El trabajo de las marcas permanentes en el pavimento se pagará al precio unitario del Contrato por cualquier marca ejecutada y aplicada satisfactoriamente de acuerdo con esta especificación y aceptada por el Supervisor.



### 04.03 SEÑALES INFORMATIVAS

**Descripción:** Este trabajo consiste en el suministro y colocación de las señales informativas de acuerdo a los planos.

**Medida:** La unidad de medida es la unidad (und).

**Pago:** Se pagará por cada señal informativa instalada.

### 04.04 SEÑALES PREVENTIVAS

**Descripción:** Consiste en el suministro y colocación de las señales preventivas conforme a lo establecido en los planos.

**Medida:** Se efectuará por unidad (und).

**Pago:** Se pagará por cada señal preventiva instalada.

## 05 IMPACTO AMBIENTAL

Árboles y arbustos para cobertura vegetal de terreno

**Descripción:** Esta partida está referida a los trabajos de mitigación de los daños que podrían haberse originado al ambiente debido a la realización de los trabajos de campo y los procesos constructivos, se realizará la restauración de la flora según indicaciones de la supervisión.

**Materiales:** Es responsabilidad del Residente de Obra abastecerse con los materiales necesarios para la ejecución de esta partida.

El fertilizante usado deberá ser orgánico, preferentemente de la zona en cantidades indicadas por el supervisor.

Las características de los materiales empleados deberán cumplir con los estándares establecidos en el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” 1222 (EG – 2013), deben figurar en la lista de productos químicos autorizados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud y cumplir con las normas de sanidad de vegetación según lo normado por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) del Ministerio de Agricultura.

Para el riego se utilizará agua del río o en su defecto agua potable, no se aceptará el uso de aguas servidas bajo responsabilidad del residente.

### Requerimientos de Construcción

**Inspección y distribución:** El contratista debe coordinar con la supervisión la adquisición de los materiales para la obra debido a que este tiene que dar la conformidad de las plantas compradas para el proyecto. El residente deberá solicitar a los proveedores los certificados comerciales de los materiales adquiridos e informar a la supervisión las características de estos.

**Protección y almacenamiento temporal:** Se debe habilitar un espacio exclusivo para recibir el material adquirido, se pueden construir camas de tierra en un sitio húmedo y protegido

de la intemperie, hasta que se comience la plantación según el cronograma y lo dispuesto por el supervisor, se deben ejecutar trabajos de mantenimiento según lo siguiente:

Cuando las plantas tengan sus raíces descubiertas estas deberán ser separadas y sus raíces cubiertas.

Cuando las plantas se encuentren en bolsas estas deberán regarse con mangueras cubriéndolas con tierra con la finalidad de que se mantengan húmedas hasta que sean sembradas.

**Excavación de hoyos:** Los hoyos se deberán excavar con la finalidad de extraer todo el material inadecuado para poder realizar las plantaciones; para la excavación de hoyos se deberá tener en cuenta lo siguiente:

**a) Dimensiones de Hoyos:** Las dimensiones que se deberán excavar para hacer los hoyos deberán ser las adecuadas para cada tipo de planta que se va a sembrar.

**b) Distanciamiento entre hoyos:** La distancia será la necesaria de acuerdo al tipo de planta seleccionado y a lo indicado por la supervisión.

Los hoyos serán cubiertos con tierra fértil seleccionada.

**Instalación de plantas:** Las plantas deberán ser planteadas después de la aprobación de la Supervisión. Se podrá utilizar sustrato para el llenado de hoyos en proporciones dadas por el proveedor de las plantas.

**Fertilización:** Se utilizarán fertilizantes orgánicos e inorgánicos en proporciones necesarias para cada tipo de planta.

**Riegos:** Se deberán regar las plantas una vez sembradas y el riego deberá ser periódico hasta que se liquide la obra.

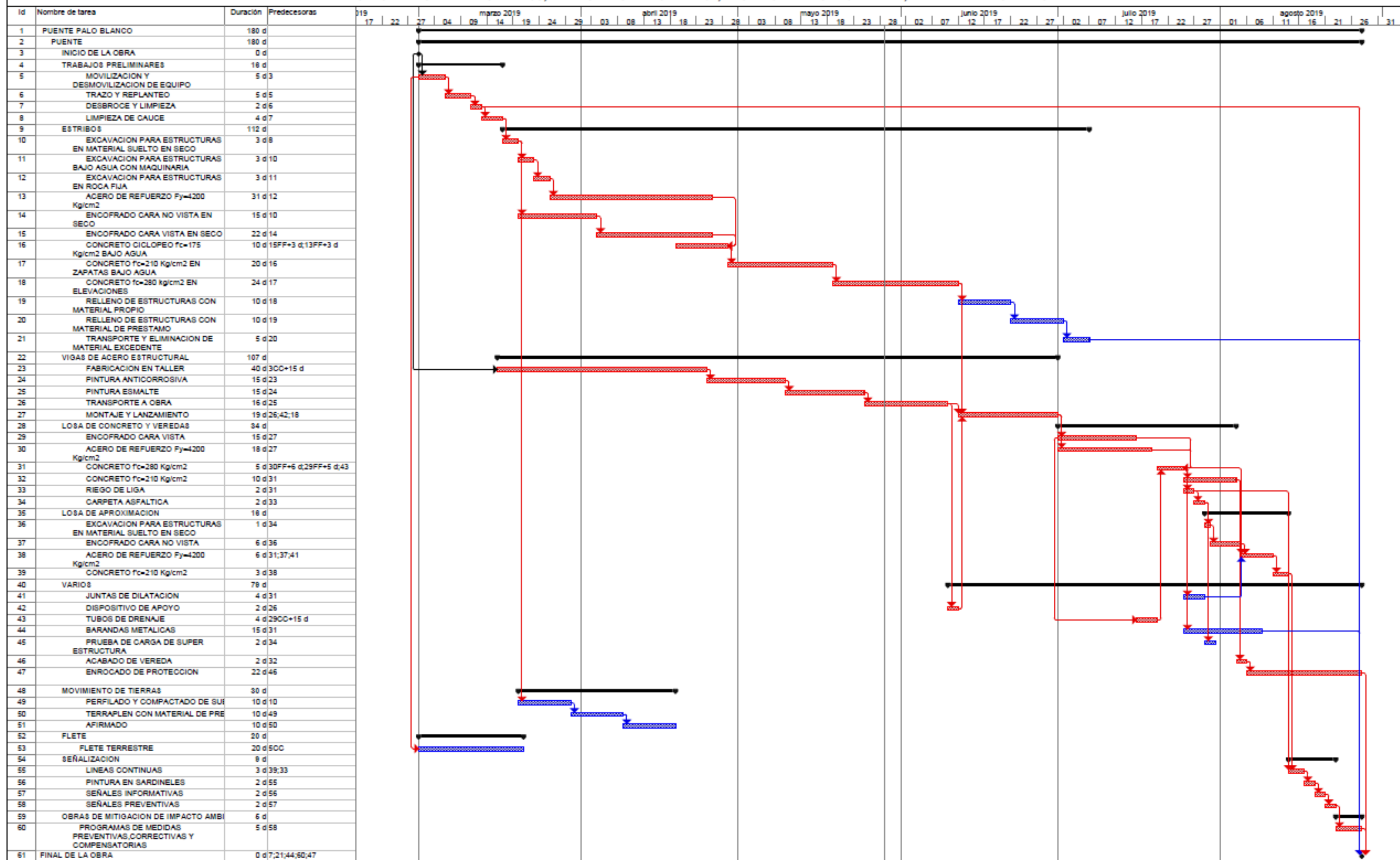
**Medición:** Se medirá en unidad global.

**Pago:** El pago será por la totalidad del servicio prestado en unidad Global.

## ANEXO N° 10: CRONOGRAMAS DE OBRA

## ANEXO N° 10.1: CRONOGRAMA DE GANTT

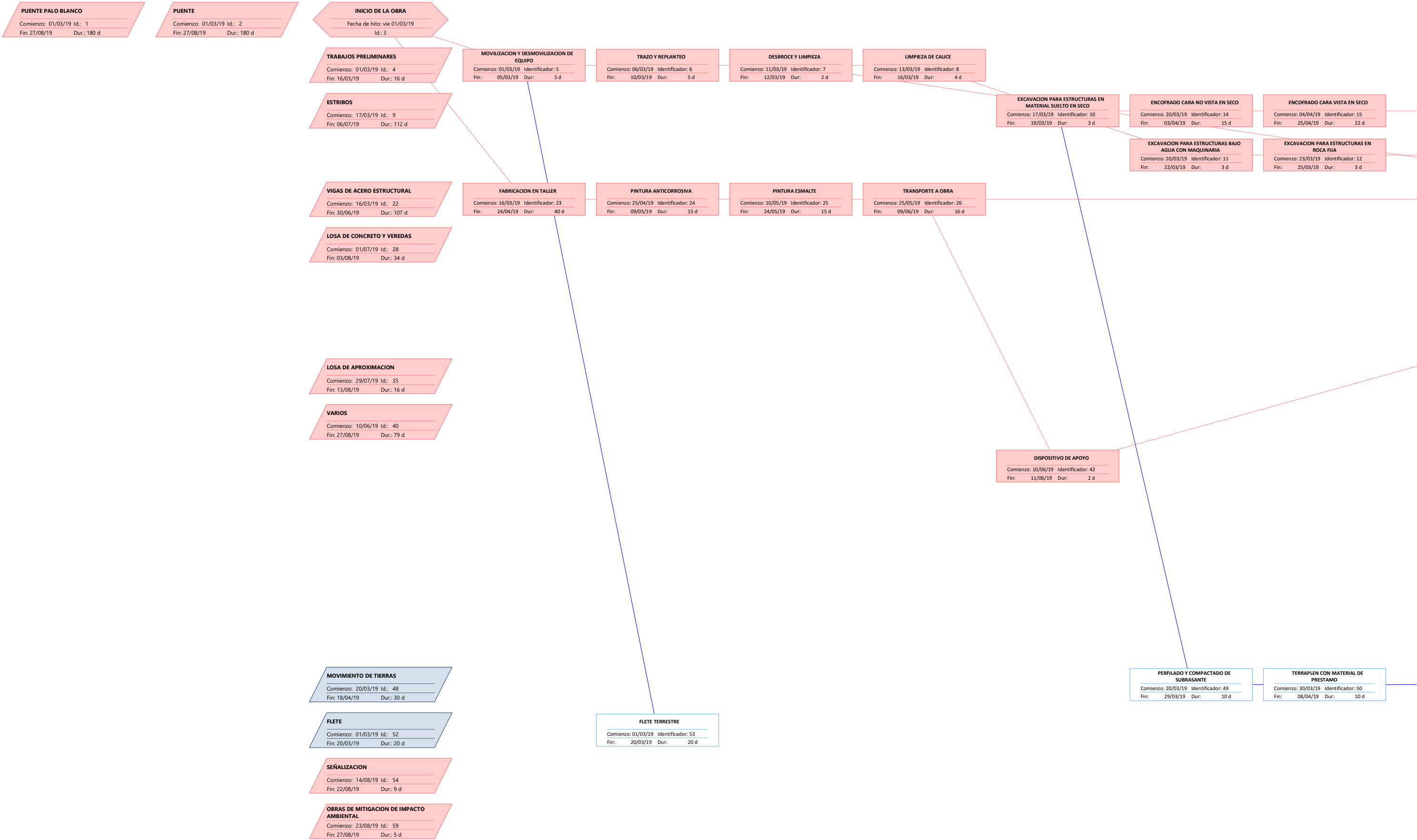
**DISEÑO DEL PUENTE PALO BLANCO, DEL DISTRITO DE HUARMACA, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA**

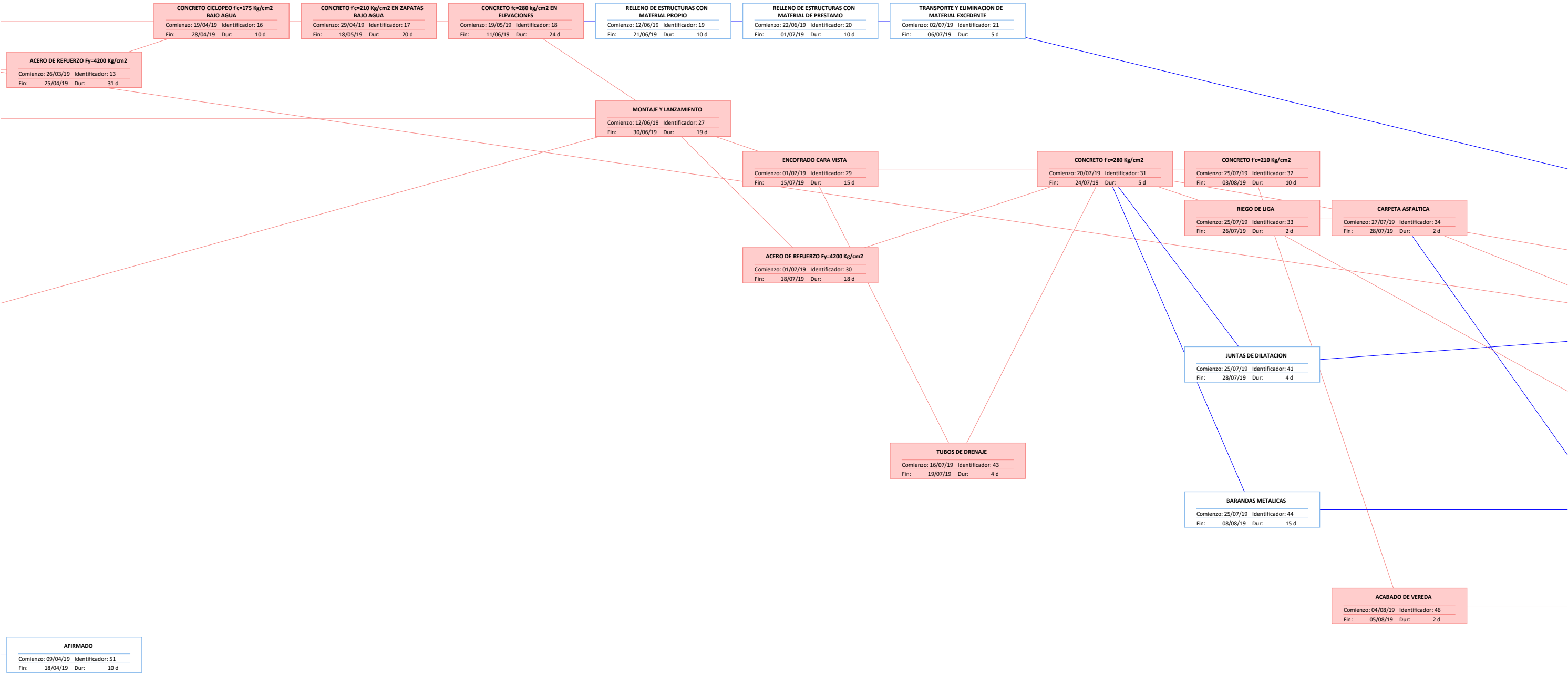


Proyecto: Puente Palo Blanco  
Fecha: MAYO 2019

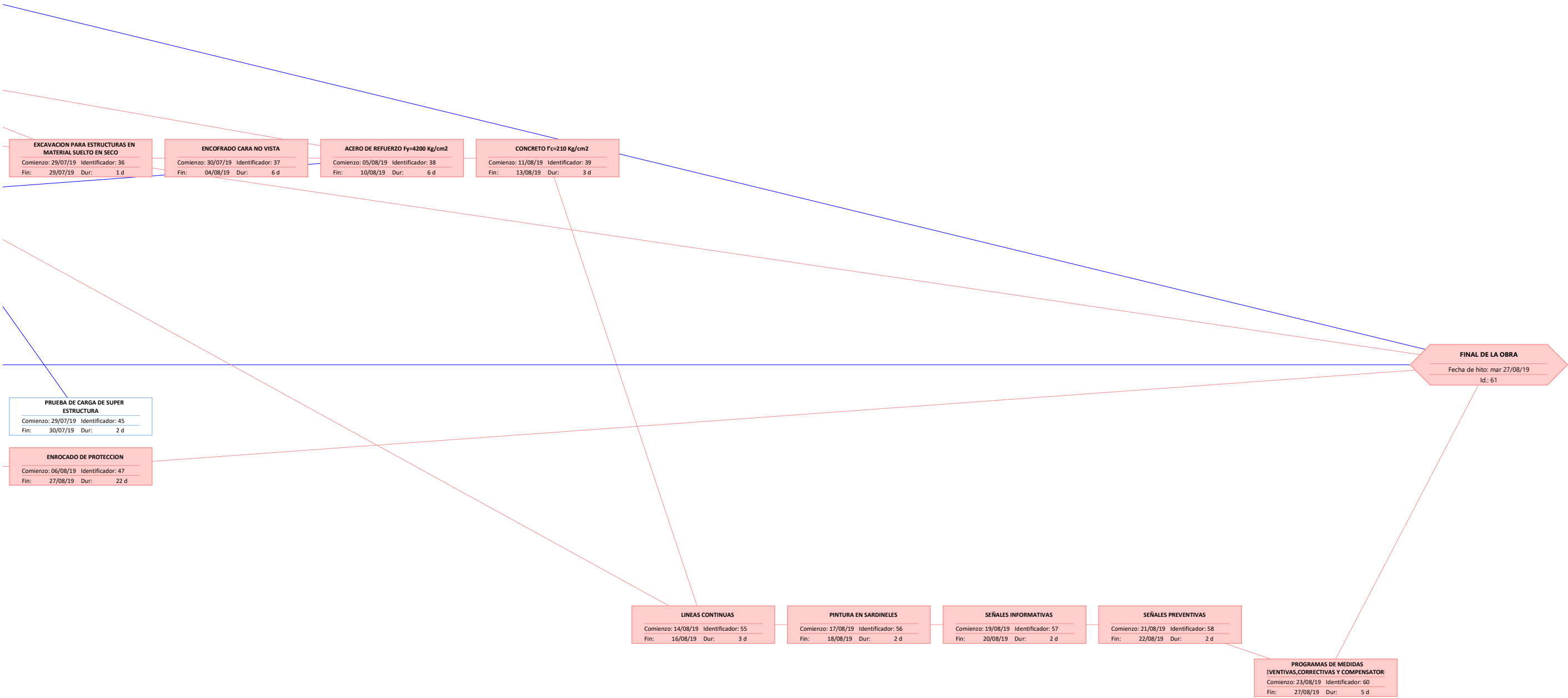
Tarea		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto		Resumen inactivo		solo el comienzo		Fecha límite	
Tarea crítica		Hito resumido		Agrupar por síntesis		Tarea manual		solo fin			
Hito		Progreso resumido		Tarea inactiva		solo duración		Tareas externas			
Resumen		División		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Hito externo			
Tarea resumida		Tareas externas		Hito inactivo		Resumen manual		Progreso			

## ANEXO N° 10.2: CRONOGRAMA PERT









## ANEXO N° 10.3: CRONOGRAMA VALORIZADO

CRONOGRAMA VALORIZADO								
PROYECTO : DISEÑO DEL PUENTE PALO BLANCO								
UBICACIÓN : PIURA - HUANCABAMBA - HUARMACA								
FECHA : OCTUBRE 2019								
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
01	PUENTE	1,624,093.75						
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	164,302.64						
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	60,469.73	60,469.73					
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	79,486.35	79,486.35					
01.01.03	DESBROCE Y LIMPIEZA	7,630.56	7,630.56					
01.01.04	LIMPIEZA DE CAUCE	16,716.00	16,716.00					
01.02	ESTRIBOS	680,829.82						
01.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS CON MAQUINARIA EN SECO	5,371.04	5,371.04					
01.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS BAJO AGUA CON MAQUINARIA	1,601.96	1,601.96					
01.02.03	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA	12,884.02	12,884.02					
01.02.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2	51,870.43	10,039.44	41,830.99				
01.02.05	ENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	22,434.01	17,947.21	4,486.80				
01.02.06	ENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	30,619.09		30,619.09				
01.02.07	CONCRETO CICLOPEO fc=175 Kg/cm2 BAJO AGUA	37,518.34		37,518.34				
01.02.08	CONCRETO fc=210 Kg/cm2 EN ZAPATAS BAJO AGUA	132,512.91		13,251.29	119,261.62			
01.02.09	CONCRETO fc=280 kg/cm2 EN ELEVACIONES	81,871.77			53,216.65	28,655.12		
01.02.10	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	39,076.86				39,076.86		
01.02.11	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	254,518.08				254,518.08		
01.02.12	TRANSPORTE Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	10,551.31				6,330.79	4,220.52	
01.03	VIGAS DE ACERO ESTRUCTURAL	566,426.50						
01.03.01	FABRICACION EN TALLER	394,243.92	157,697.57	236,546.35				
01.03.02	PINTURA ANTICORROSIVA	35,254.35		14,101.74	21,152.61			
01.03.03	PINTURA ESMALTE	20,717.59			20,717.59			
01.03.04	TRANSPORTE A OBRA	4,242.96			1,856.30	2,386.67		
01.03.05	MONTAJE Y LANZAMIENTO	111,967.68				111,967.68		
01.04	LOSA DE CONCRETO Y VEREDAS	102,132.12						
01.04.01	ENCOFRADO CARA VISTA	33,158.36					33,158.36	
01.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2	33,101.35					33,101.35	
01.04.03	CONCRETO fc=280 Kg/cm2	18,065.20					18,065.20	
01.04.04	CONCRETO fc=210 Kg/cm2	8,274.05					5,791.84	2,482.22
01.04.05	RIEGO DE LIGA	672.84					672.84	
01.04.06	CARPETA ASFALTICA	8,860.32					8,860.32	
01.05	LOSAS DE APROXIMACION	12,931.89						
01.05.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO EN SECO	200.88					200.88	
01.05.02	ENCOFRADO CARA NO VISTA	684.10					228.03	456.07
01.05.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2	7,167.34						7,167.34
01.05.04	CONCRETO fc=210 Kg/cm2	4,879.57						4,879.57
01.06	VARIOS	97,470.78						
01.06.01	JUNTAS DE DILATACION	7,253.40					7,253.40	
01.06.02	DISPOSITIVO DE APOYO	12,451.32				12,451.32		
01.06.03	TUBOS DE DRENAJE	831.96					831.96	
01.06.04	BARANDAS METALICAS	33,518.52					15,641.98	17,876.54
01.06.05	PRUEBA DE CARGA DE SUPER ESTRUCTURA	30,000.00					30,000.00	
01.06.06	ACABADO DE VEREDA	2,705.64						2,705.64
01.06.07	ENROCADO DE PROTECCION	10,709.94						10,709.94
02	ACCESOS	77,859.11						
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	77,859.11						
02.01.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	4,948.20	4,948.20					
02.01.02	TERRAPLEN CON MATERIAL DE PRESTAMO	49,634.91	9,926.98	39,707.93				
02.01.03	AFIRMADO	23,276.00		23,276.00				
03	FLETE	10,000.00						
03.01	FLETE TERRESTRE	10,000.00	10,000.00					
04	SEÑALIZACION	10,478.14						
04.01	LINEAS CONTINUAS	3,228.16						3,228.16
04.02	PINTURA EN SARDINELES	1,762.80						1,762.80
04.03	SEÑALES PREVENTIVAS	2,172.60						2,172.60
04.04	SEÑALES INFORMATIVAS	3,314.58						3,314.58
05	IMPACTO AMBIENTAL	3,037.86						
05.01	PROGRAMAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS,CORRECTIVAS Y COMPENSATORIAS	3,037.86						3,037.86
	COSTO DIRECTO	1,725,468.86	394,719.06	441,338.53	216,204.77	455,386.52	158,026.68	59,793.32
	PORCENTAJE		22.9%	25.6%	12.5%	26.4%	9.2%	3.5%
	PORCENTAJE ACUMULADO		22.9%	48.5%	61.0%	87.4%	96.5%	100.0%

## ANEXO N° 11: PLANOS

N°	Plano	Descripción
1	U- 01	01 Ubicación General
2	TP – 01	02 Topografía General
3	ST-01	03 Secciones Transversales 1
4	ST-02	04 Secciones Transversales 2
5	H-01	05 Planta y perfil de río
6	S-01	06 Señalización
7	E-01	07 Vista General
8	E-02, E-03	08 Estribos
9	E-04 y E-05	09 Detalle de losa y detalle de vigas
10	E-06	10 Detalles de apoyo



MAPA DE LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA



UBICACIÓN DISTRITAL

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE PIURA



UBICACIÓN PROVINCIAL

MAPA DEL PERÚ



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



UBICACION SATELITAL



UBICACIÓN DEL PUENTE

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			
CURSO : SEMINARIO DE TESIS II	CICLO: IX	DOCENTE: TAFUR JIMENEZ, CARLOS RAFAEL	
ALUMNO: NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	PLANO : UBICACION GENERAL		PLANO : U-1
PROYECTO: ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO DISTRITO DE HUARMACA PROVINCIA DE HUANCABAMBA DEPART. DE PIURA		GRUPO : A	FECHA : MAYO DEL 2019
		ESCALA : 1/50	



LEYENDA	
	ESTACIONES
	KILOMETRAJE
	CURVAS MAYORES
	CURVAS MENORES
	CAMINO ACCESO
	CAUCE DE RIO
	PROYECCIÓN DE PILARES

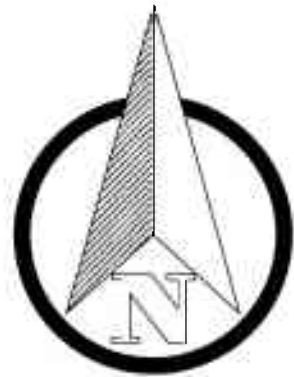
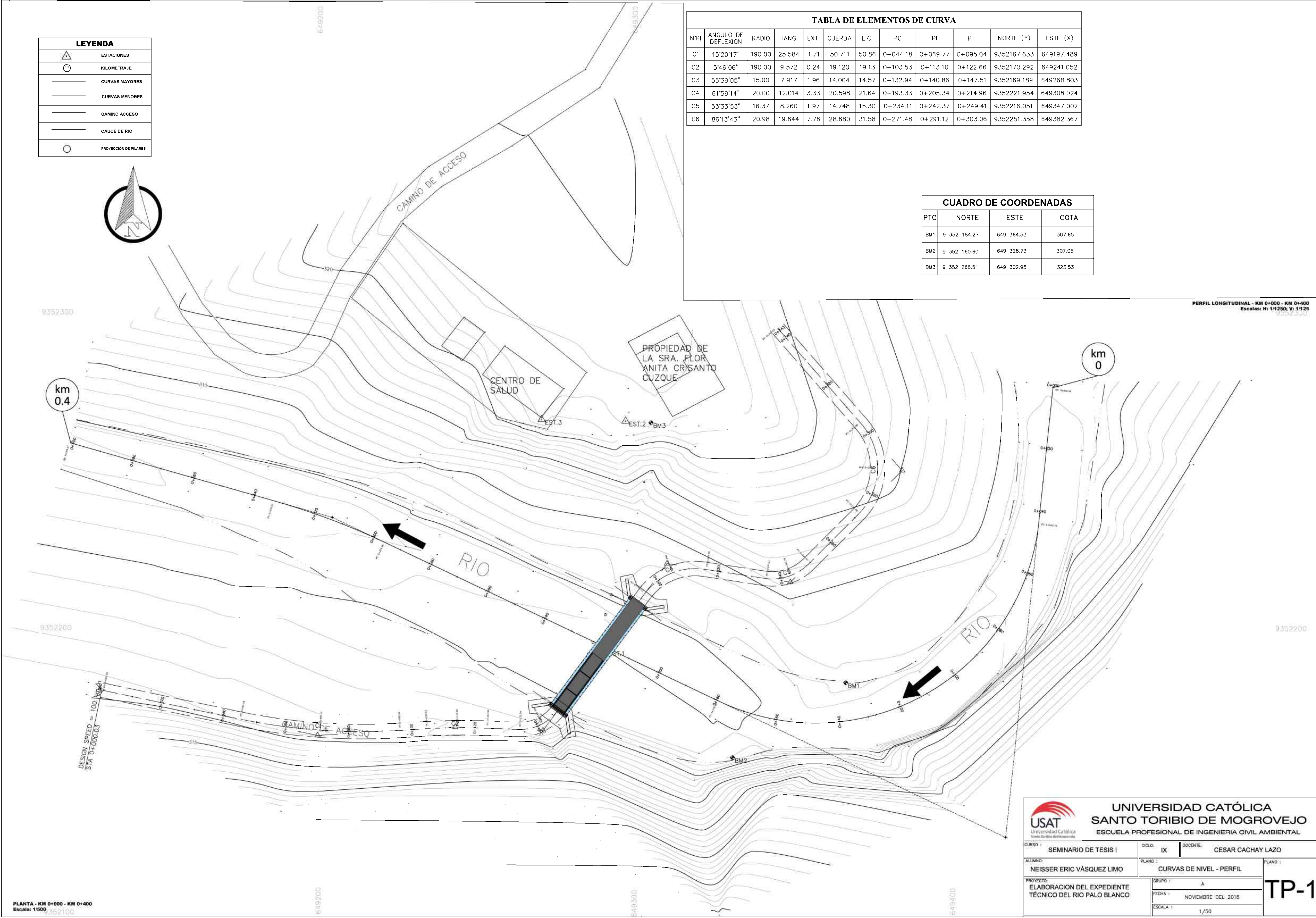


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA											
N°PI	ANGULO DE DEFLEXION	RADIO	TANG.	EXT.	CUERDA	L.C.	PC	PI	PT	NORTE (Y)	ESTE (X)
C1	15°20'17"	190.00	25.584	1.71	50.711	50.86	0+044.18	0+069.77	0+095.04	9352167.633	649197.489
C2	5°46'06"	190.00	9.572	0.24	19.120	19.13	0+103.53	0+113.10	0+122.66	9352170.292	649241.052
C3	55°39'05"	15.00	7.917	1.96	14.004	14.57	0+132.94	0+140.86	0+147.51	9352169.189	649268.803
C4	61°59'14"	20.00	12.014	3.33	20.598	21.64	0+193.33	0+205.34	0+214.96	9352221.954	649308.024
C5	53°33'53"	16.37	8.260	1.97	14.748	15.30	0+234.11	0+242.37	0+249.41	9352216.051	649347.002
C6	86°13'43"	20.98	19.644	7.76	28.680	31.58	0+271.48	0+291.12	0+303.06	9352251.358	649382.367

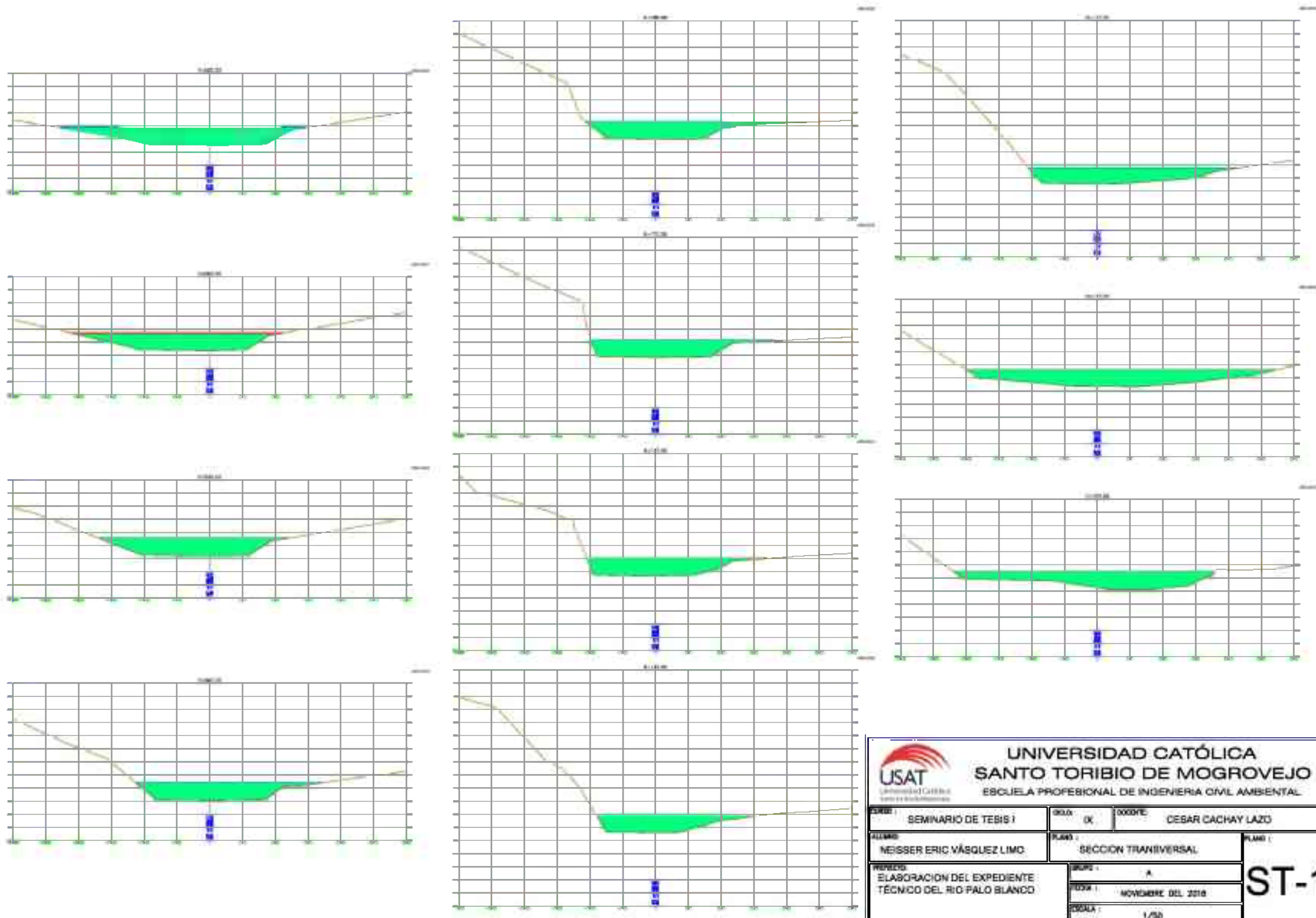
CUADRO DE COORDENADAS			
PTO	NORTE	ESTE	COTA
BM1	9 352 184.27	649 364.53	307.65
BM2	9 352 160.60	649 328.73	307.05
BM3	9 352 266.51	649 302.95	323.53



PERFIL LONGITUDINAL - KM 0+000 - KM 0+400  
Escala: H: 1/1250; V: 1/125

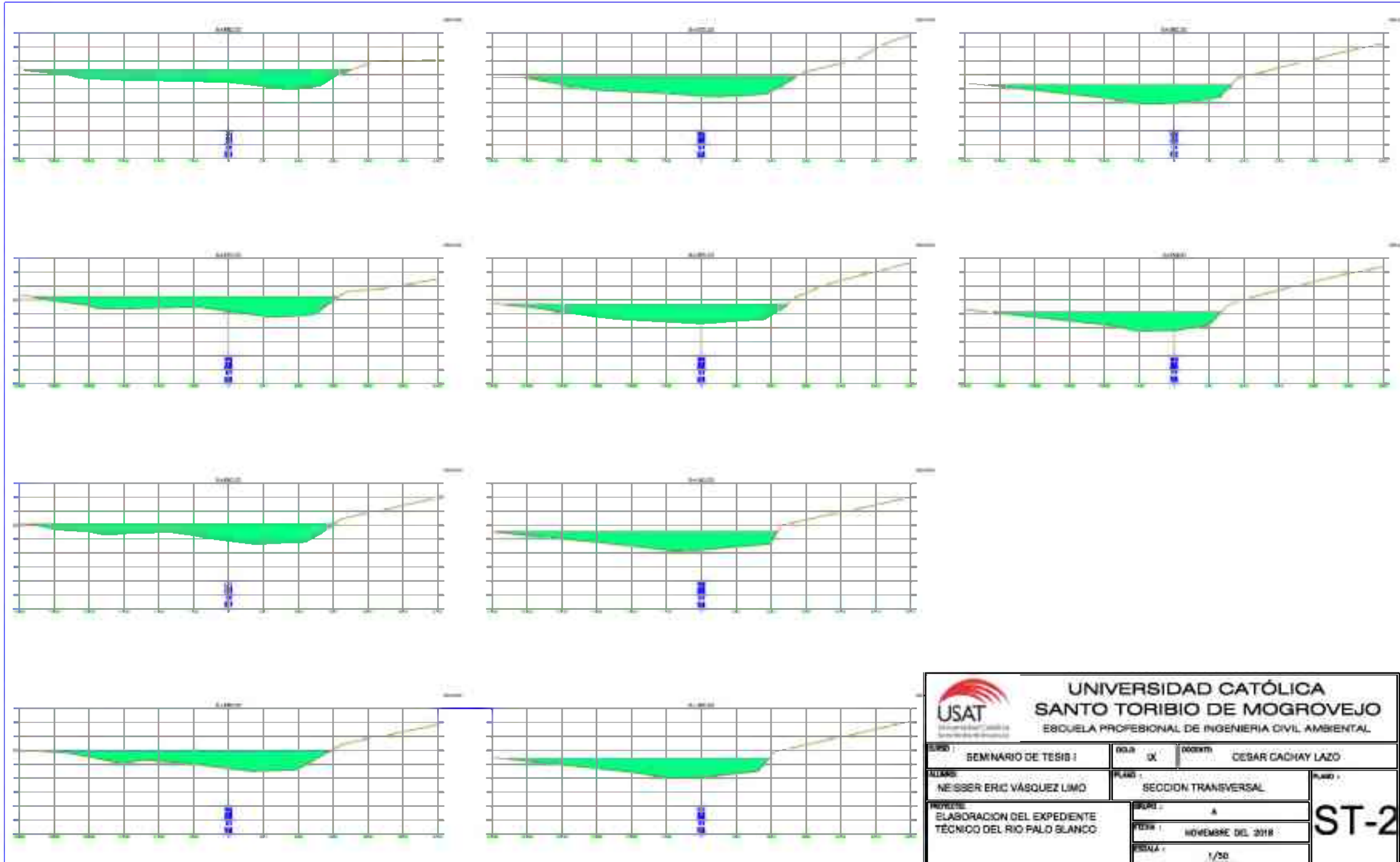
				<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> <b>SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			
CURSO : SEMINARIO DE TESIS I		CICLO : IX		DOCENTE : CESAR CACHAY LAZO			
ALUMNO : NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO		PLANO : CURVAS DE NIVEL - PERFIL		PLANO : TP-1			
PROYECTO : ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO		GRUPO : A		FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018			
		ESCALA : 1/50					





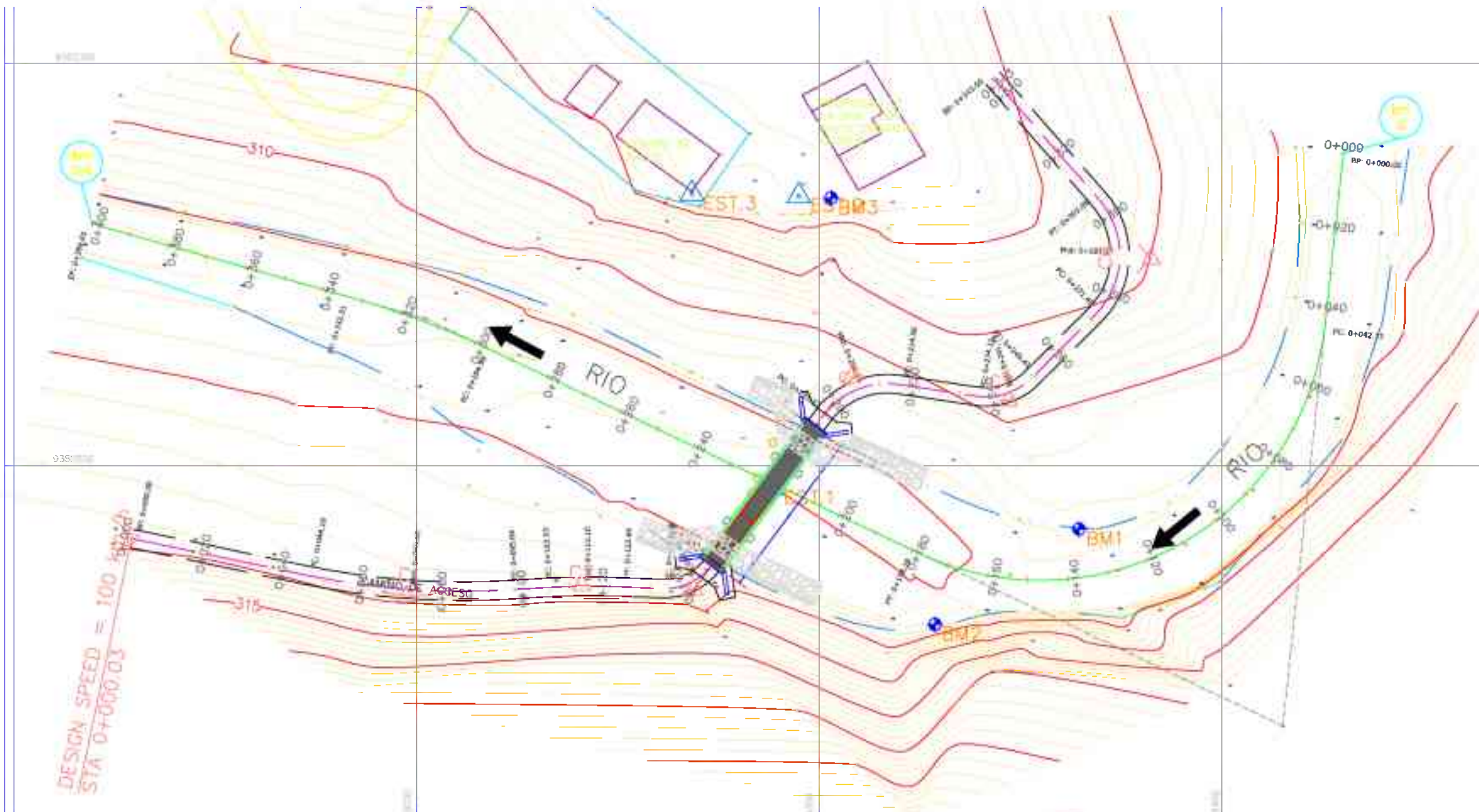
 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL		
CURSO : SEMINARIO DE TESIS I	GRUPO : (X) 0000YE ALUMNO : NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	CESAR CACHAY LAZO
TÍTULO : ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RÍO PALO BLANCO		PLANO : SECCIÓN TRANSVERSAL GRUPO : A FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018 FOLIO : 1/50

ST-1



 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			
CURSO : SEMINARIO DE TESIS I		GRUPO : IX	DOCENTE : CESAR CACHAY LAZO
ALUMNO : NESSER ERIC VÁSQUEZ LIMO		PLANO : SECCION TRANSVERSAL	PLANO : ST-2
PROYECTO : ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO		ESCRITO : A FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018 ESCALA : 1/50	





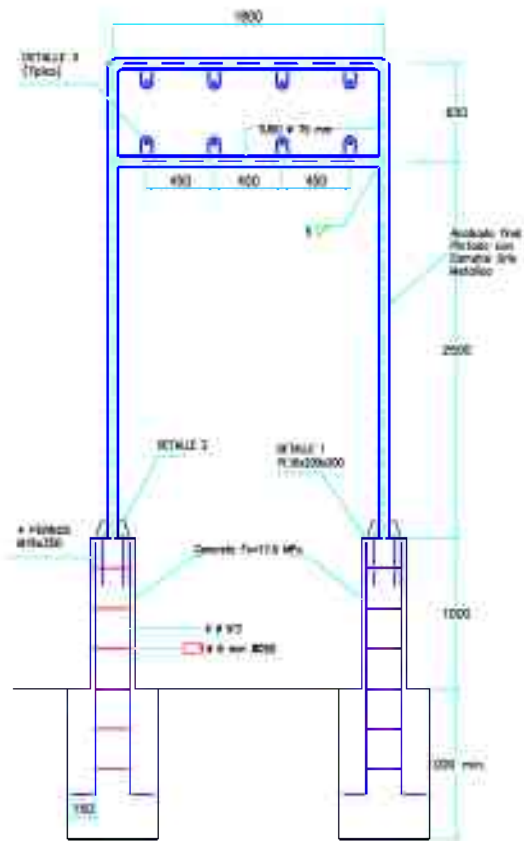
PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380
NIVEL DE TERRENO	307.038	308.747	308.451	306.171	305.953	305.686	305.375	305.254	305.144	304.791	304.517	304.927	304.400	303.741	303.417	302.956	302.936	302.459	302.198	301.681



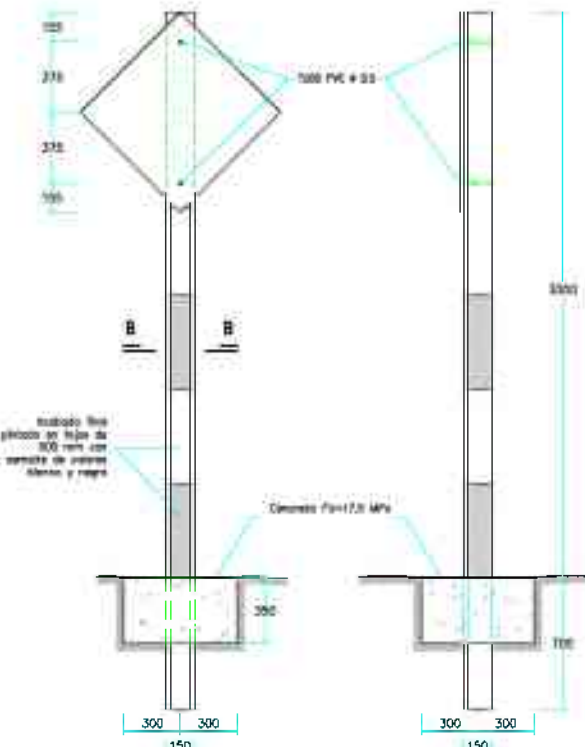
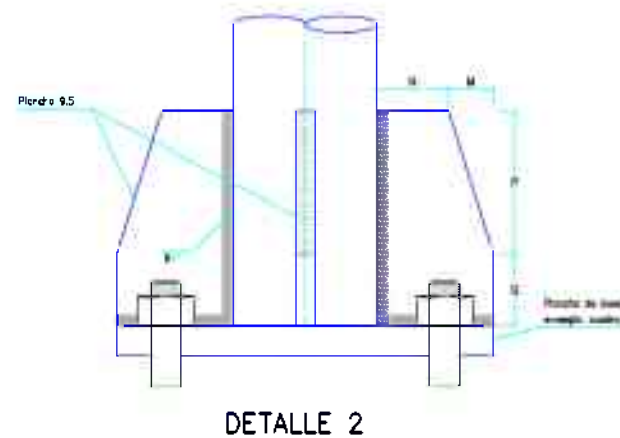
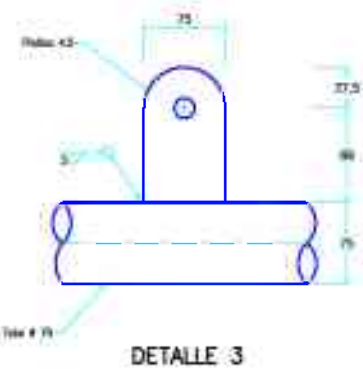
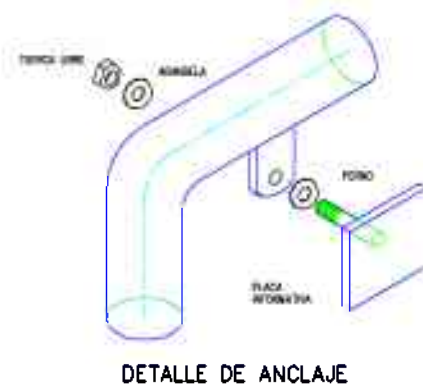
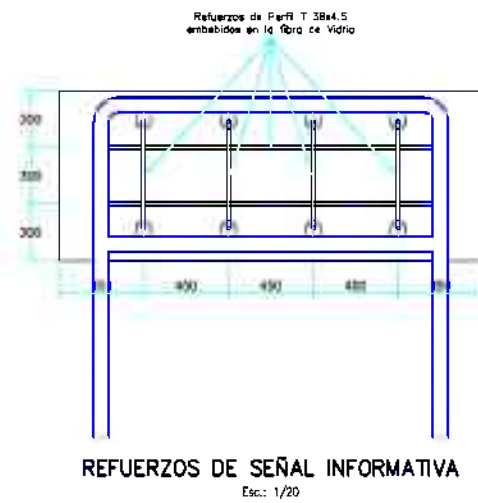
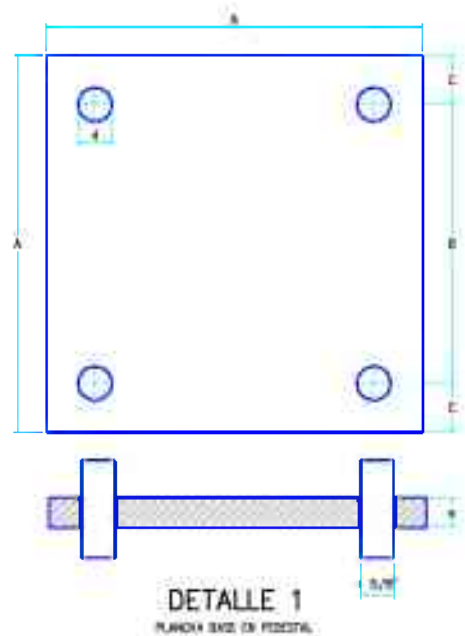
**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

SEMINARIO DE TESIS II		SELECCIÓN	TAFUR JIMENEZ, CARLOS RAFAEL
ALUMNO	NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	PLANO	PLANTA Y PERFIL DEL RIO
PROYECTO	ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO	FECHA	MAYO DEL 2018
		ESCALA	1/50

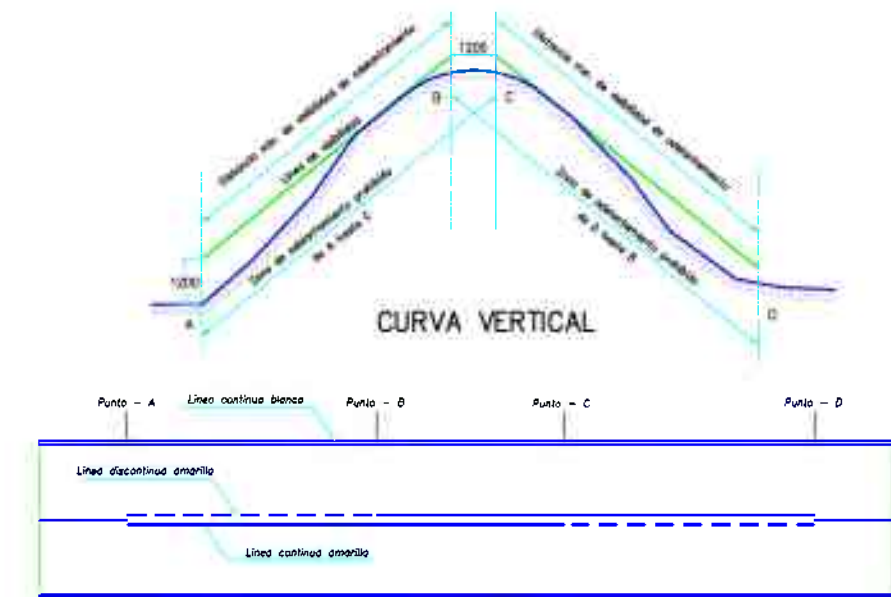
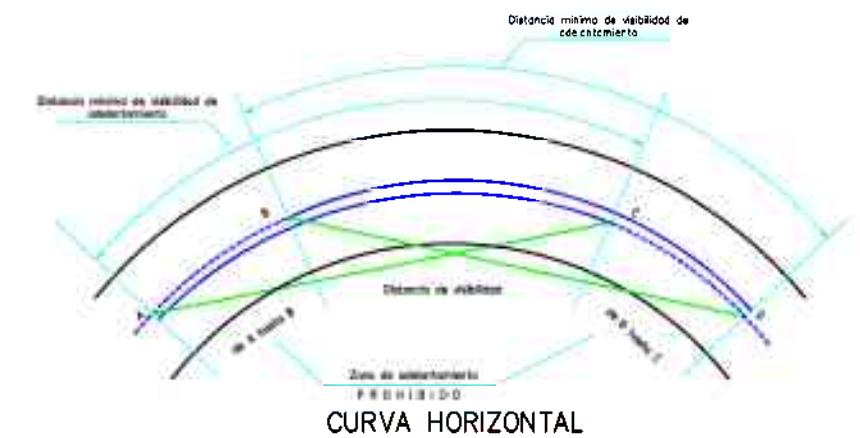
H-1



SOPORTE DE SEÑAL INFORMATIVA ESTRUCTURA TIPO E-1  
ELEVACION Y PLANTA  
Esc.: 1/25



POSTE DE SEÑAL PREVENTIVA

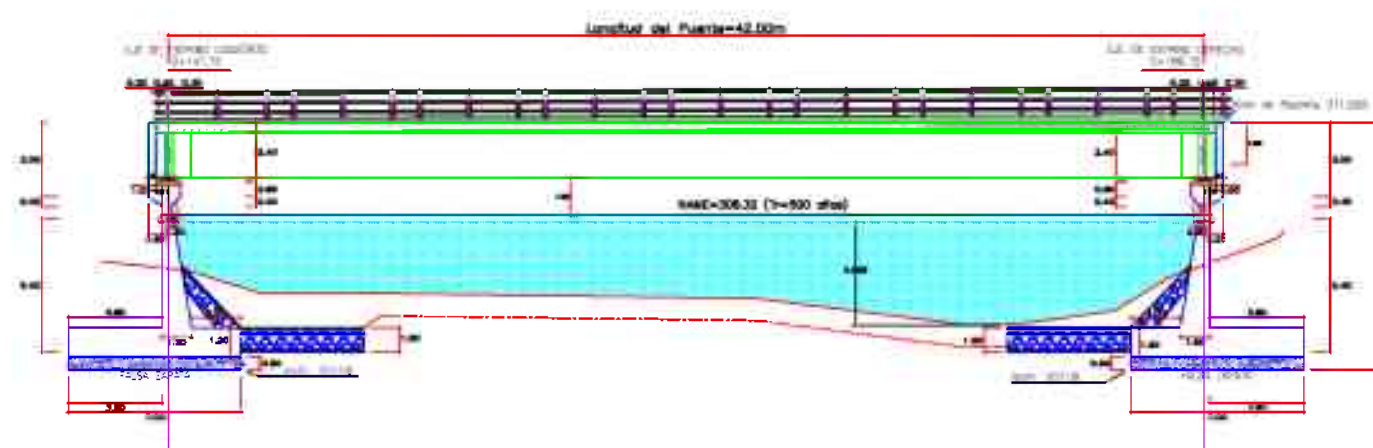
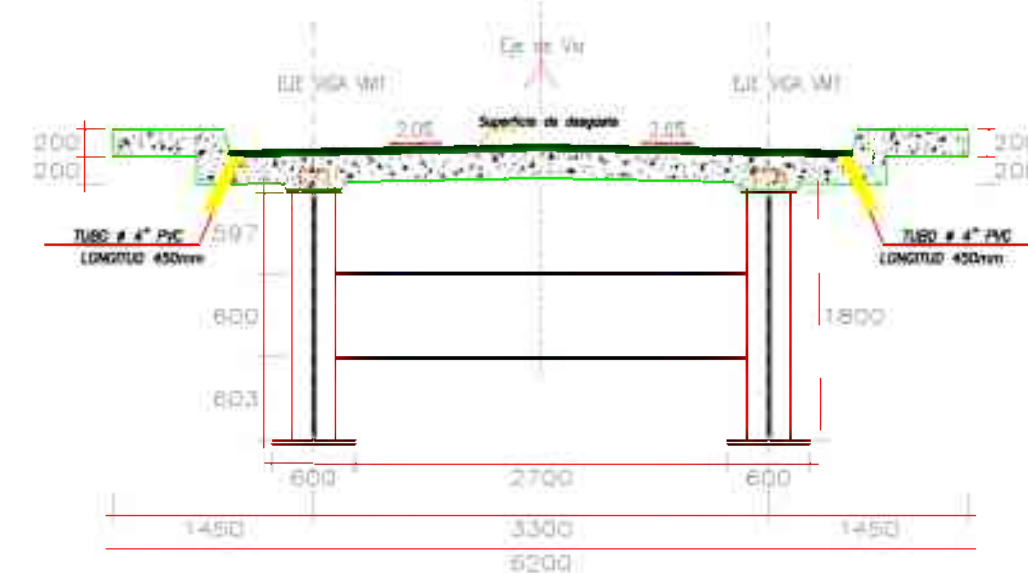
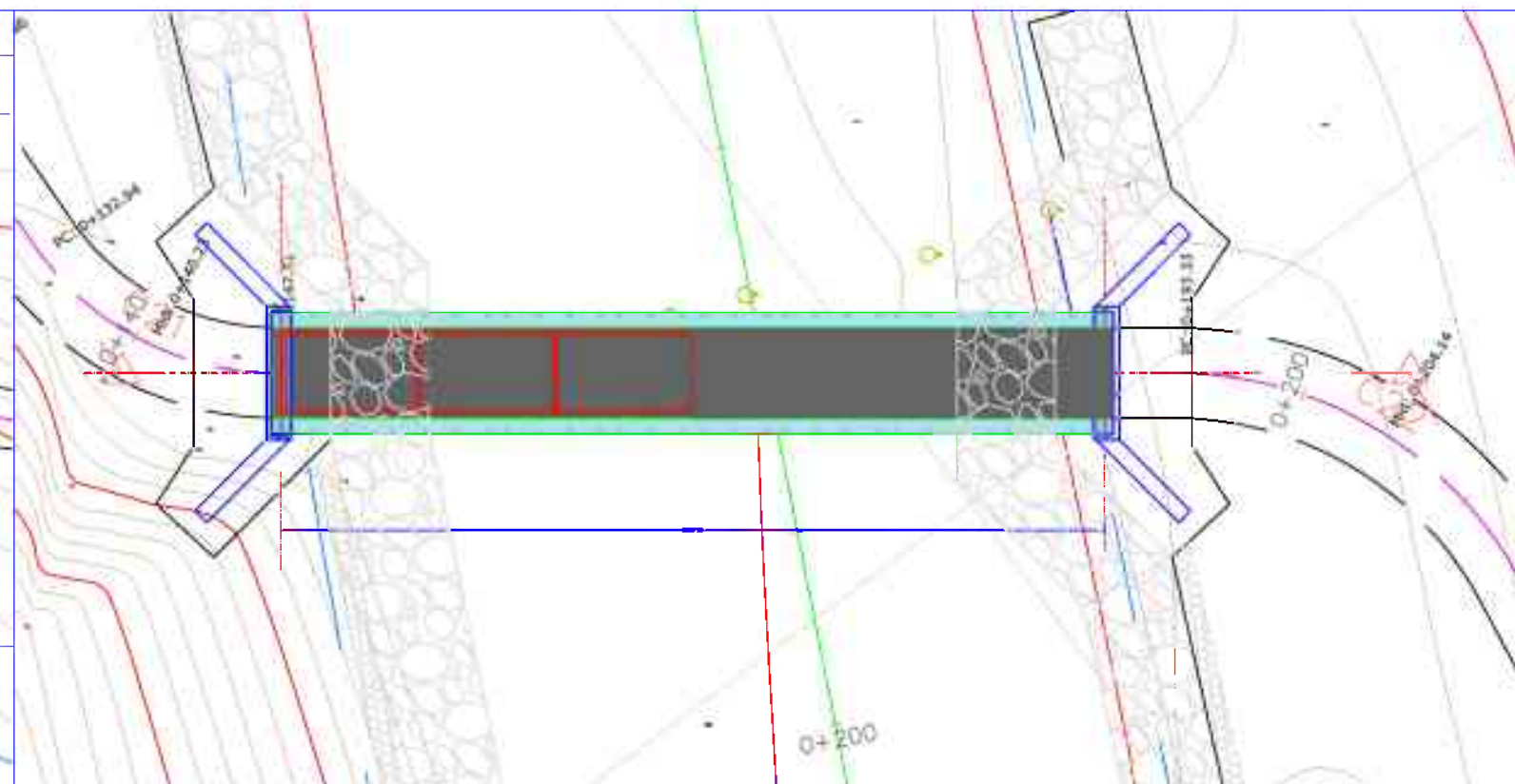
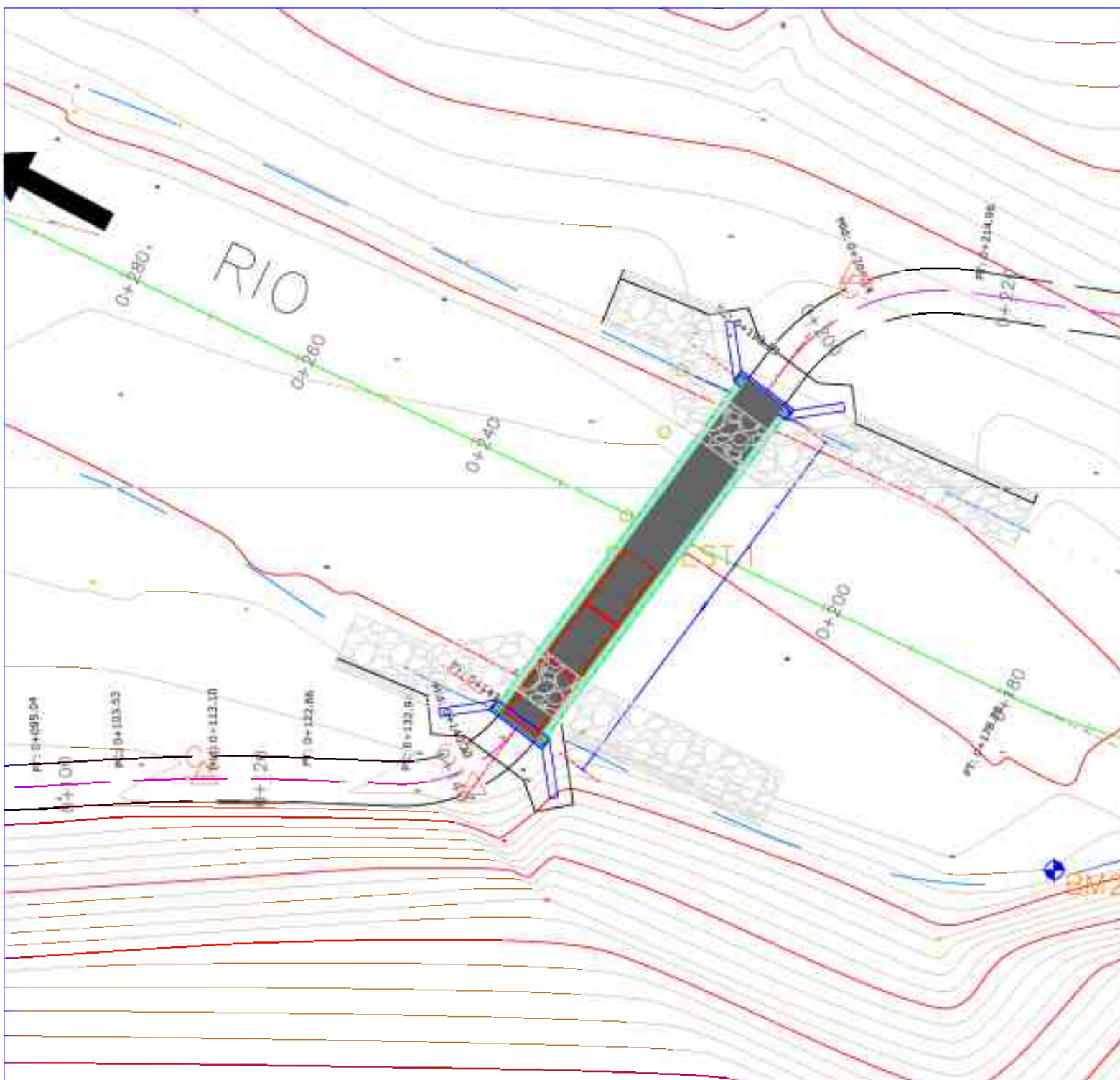


PLANTA  
DEMARCAACION DE ZONAS DE ADELANTAMIENTO PROHIBIDO  
Esc.: 1/100

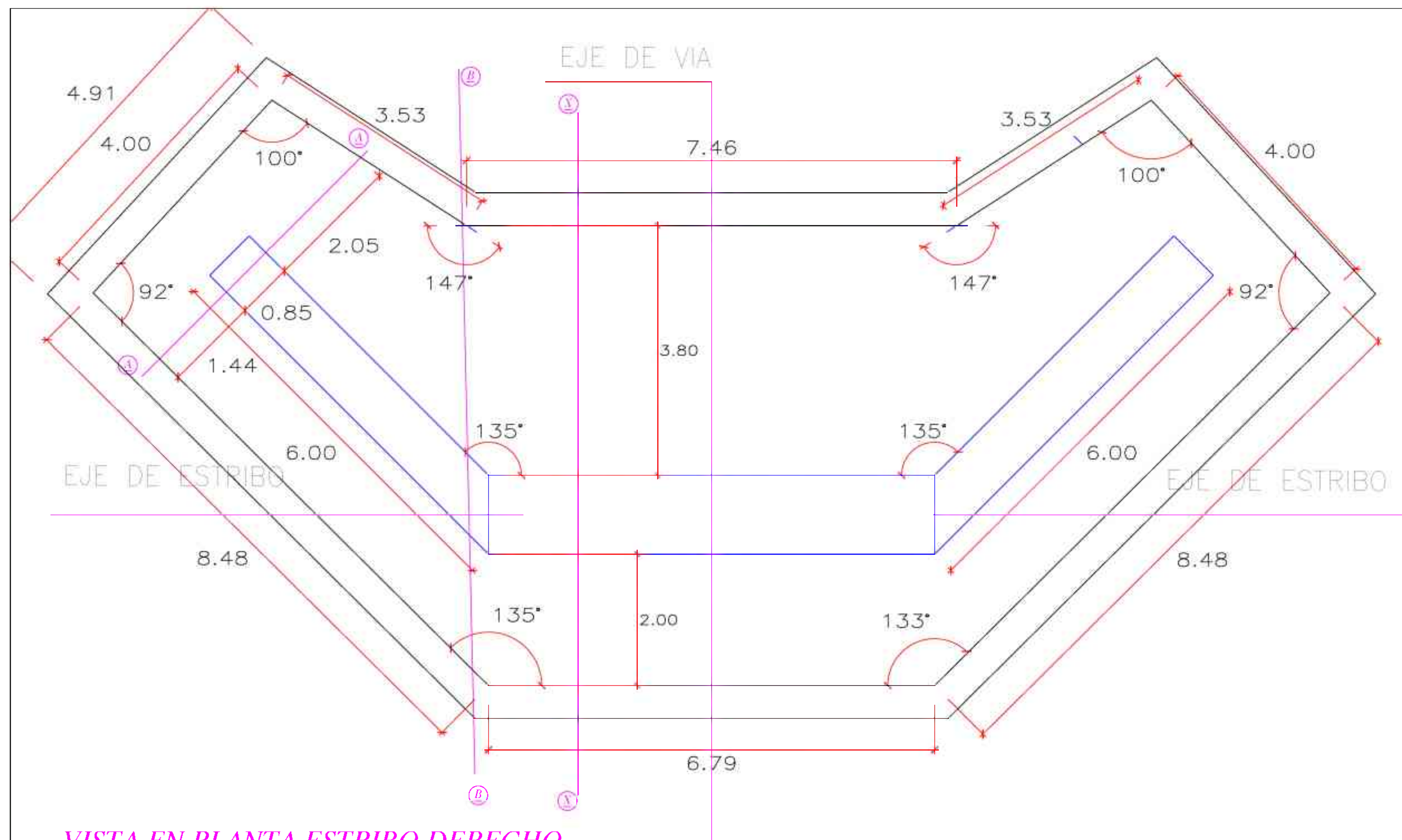
ESTRUCTURA	A	B	C	d	e	M	N	P	Q	PERROS
TIPO E-1	200	150	25	20	16	25	36	75	38	16x350

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> <b>SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL		
CURSO : SEMINARIO DE TESIS II	GOLO: X	DOCENTE: TAFUR JIMENEZ, CARLOS RAFAEL
ALUMNO: NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	PLANO: SEÑALIZACION	PLAC: S-1
PROYECTO: ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO	GRUPO: A	FECHA: MAYO DEL 2019
	ESCALA: 1/50	



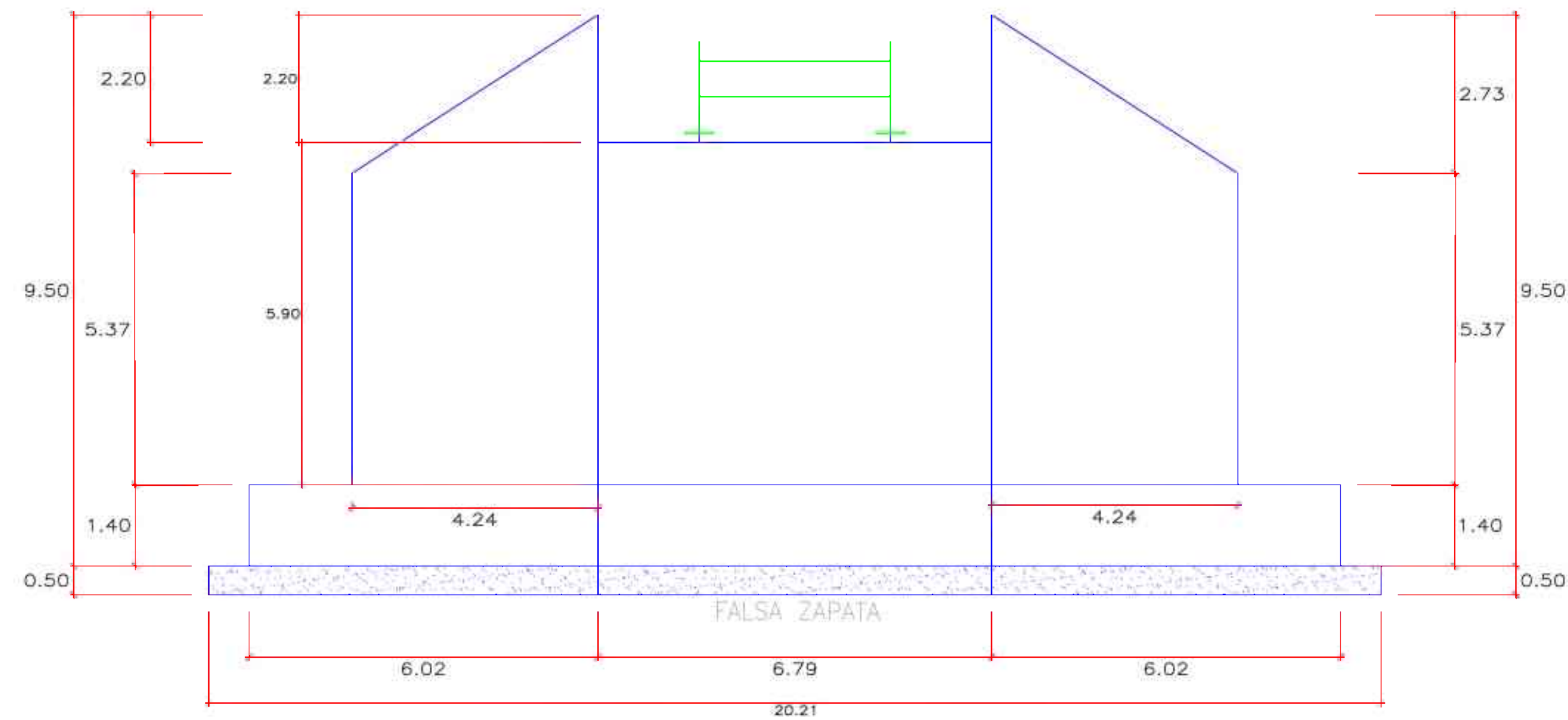






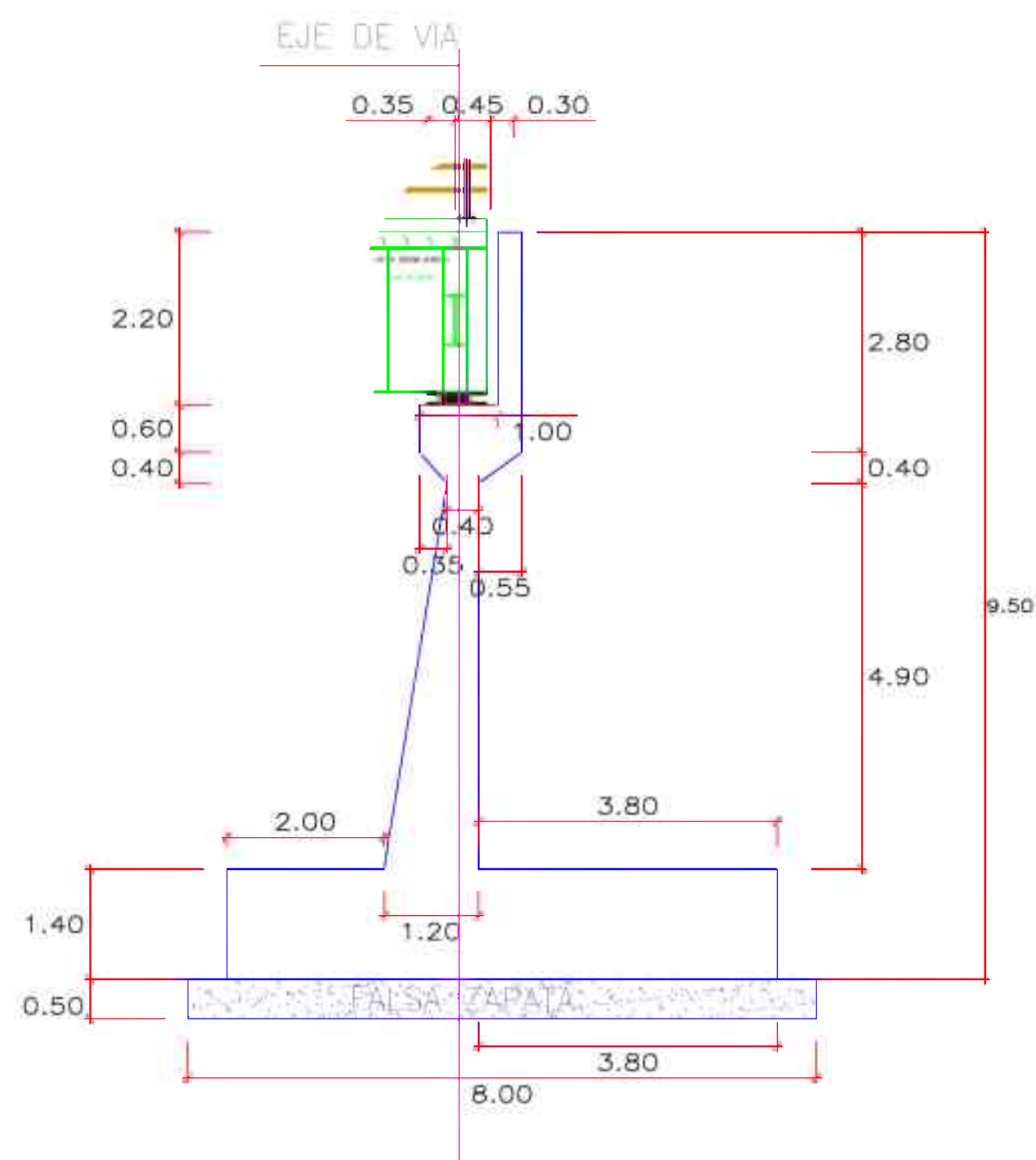
VISTA EN PLANTA ESTRIBO DERECHO

ESD: 1/50



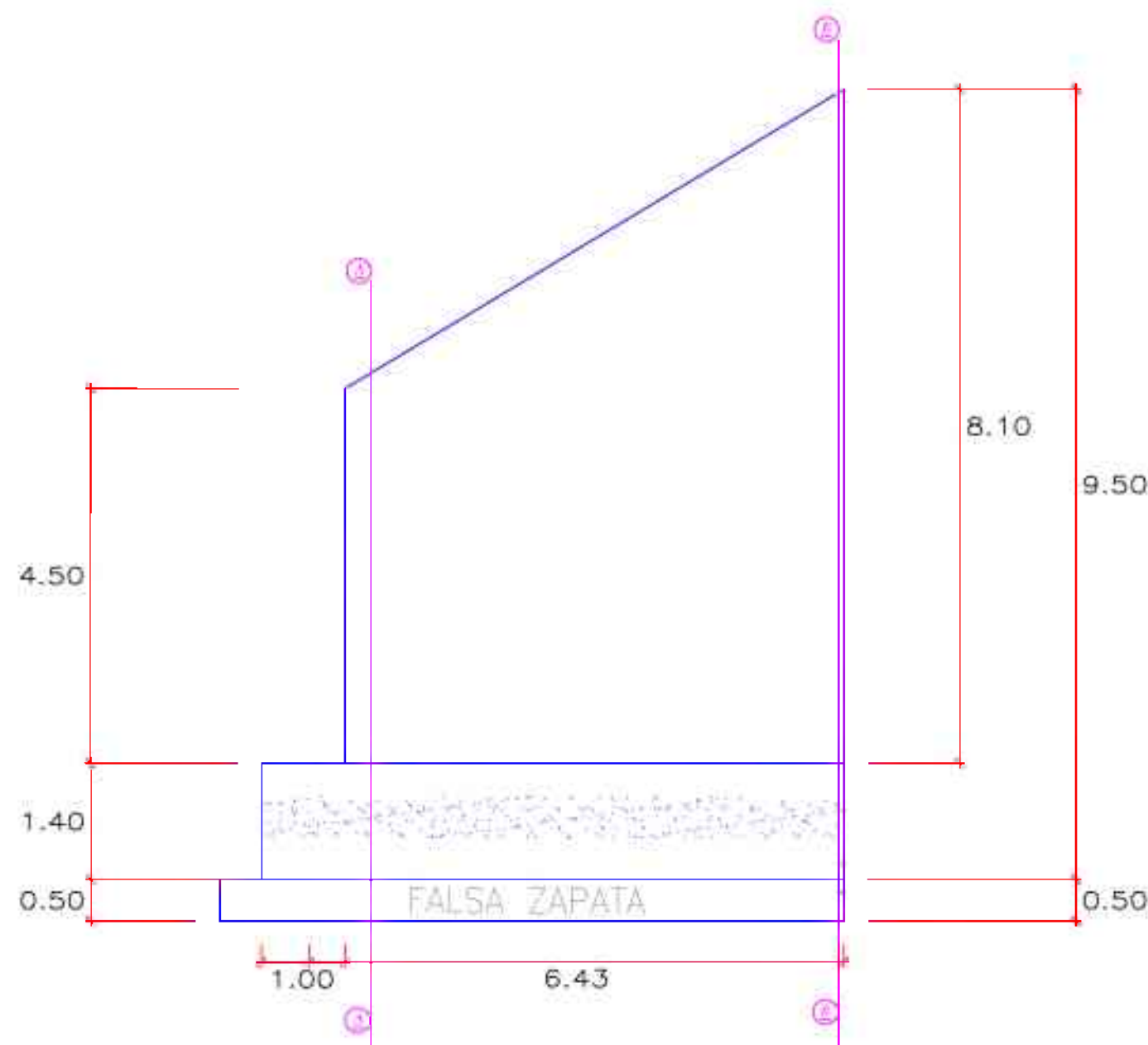
VISTA DE ELEVACION DE ESTRIBO

ESD: 1/75



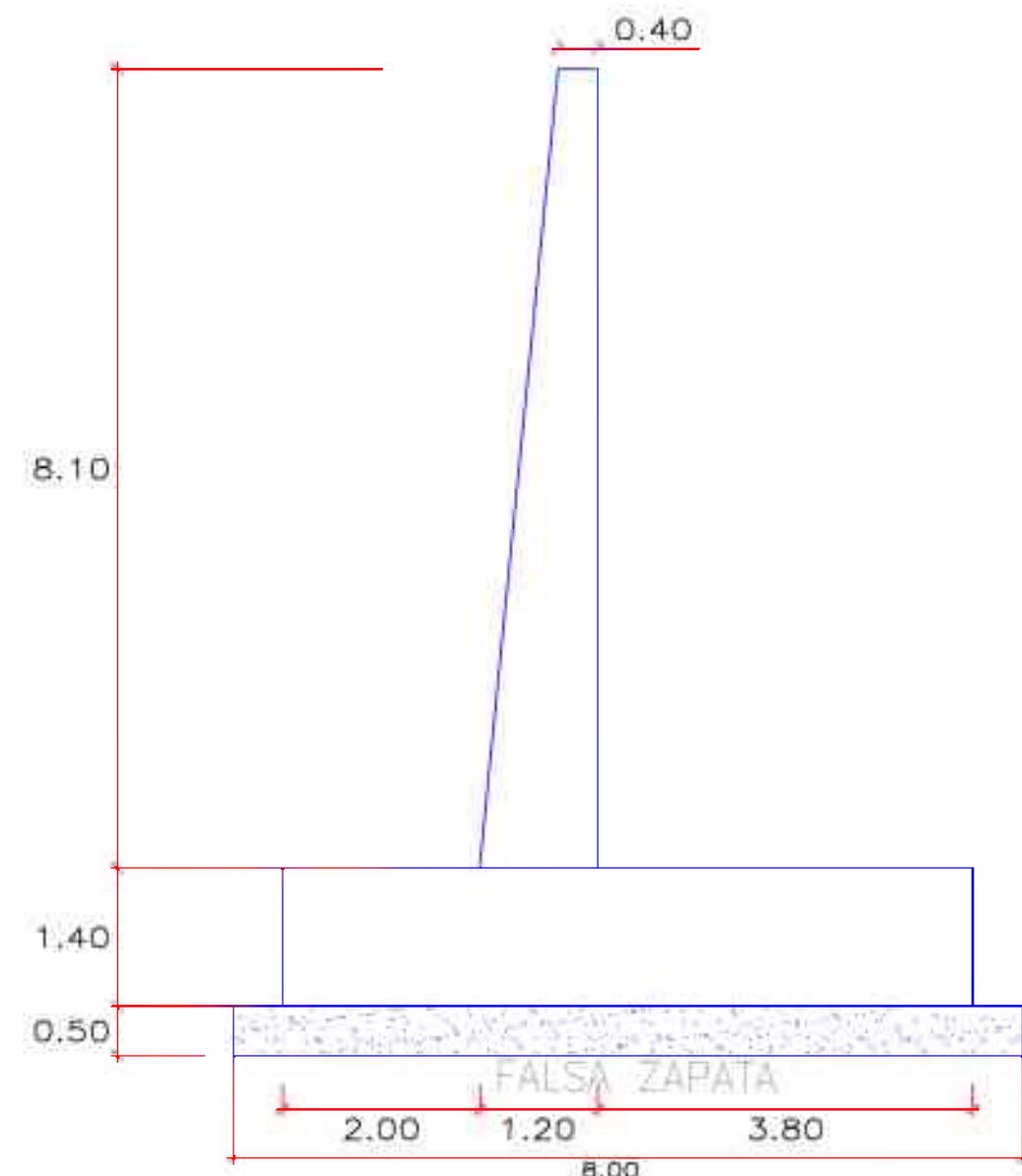
DETALLE DE LA SECCION X - X

ESD: 1/75



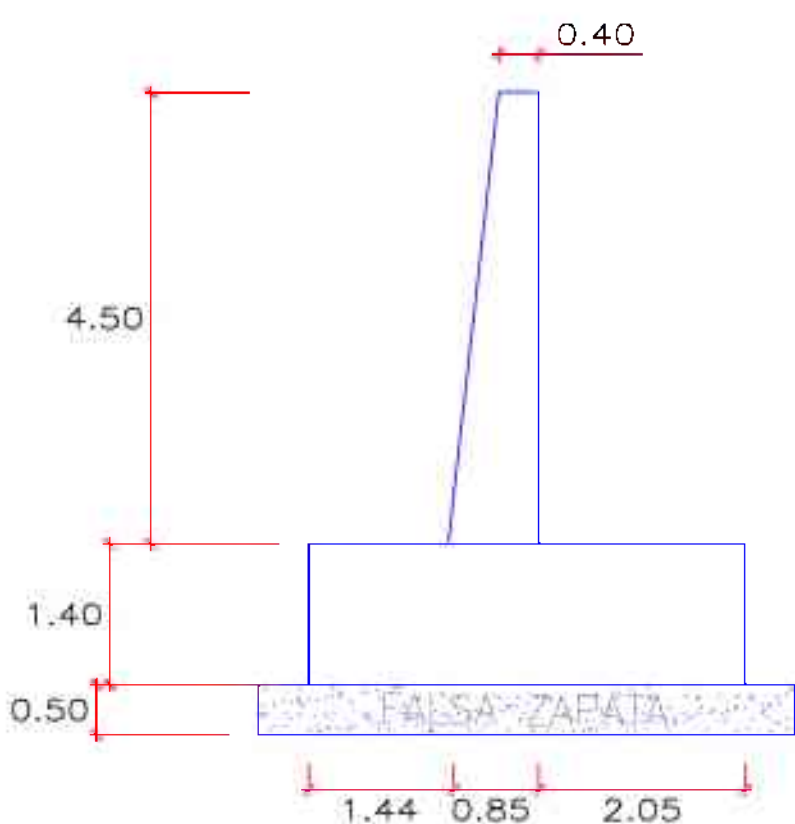
ALERO LATERAL TÍPICO

ESD: 1/75



DETALLE EN SECCIÓN B-B

ESD: 1/75



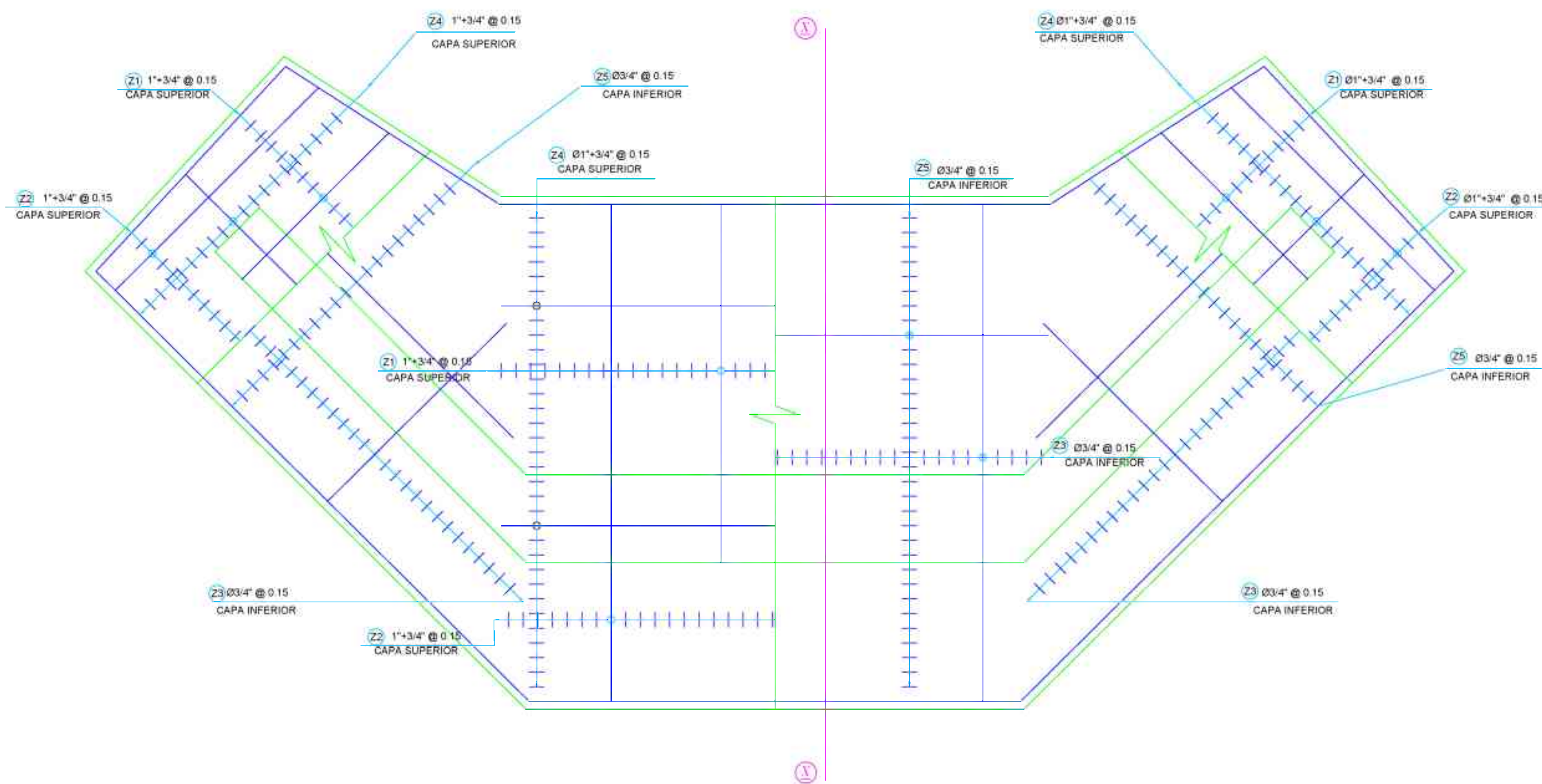
DETALLE EN SECCION A-A

ESD: 1/75

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

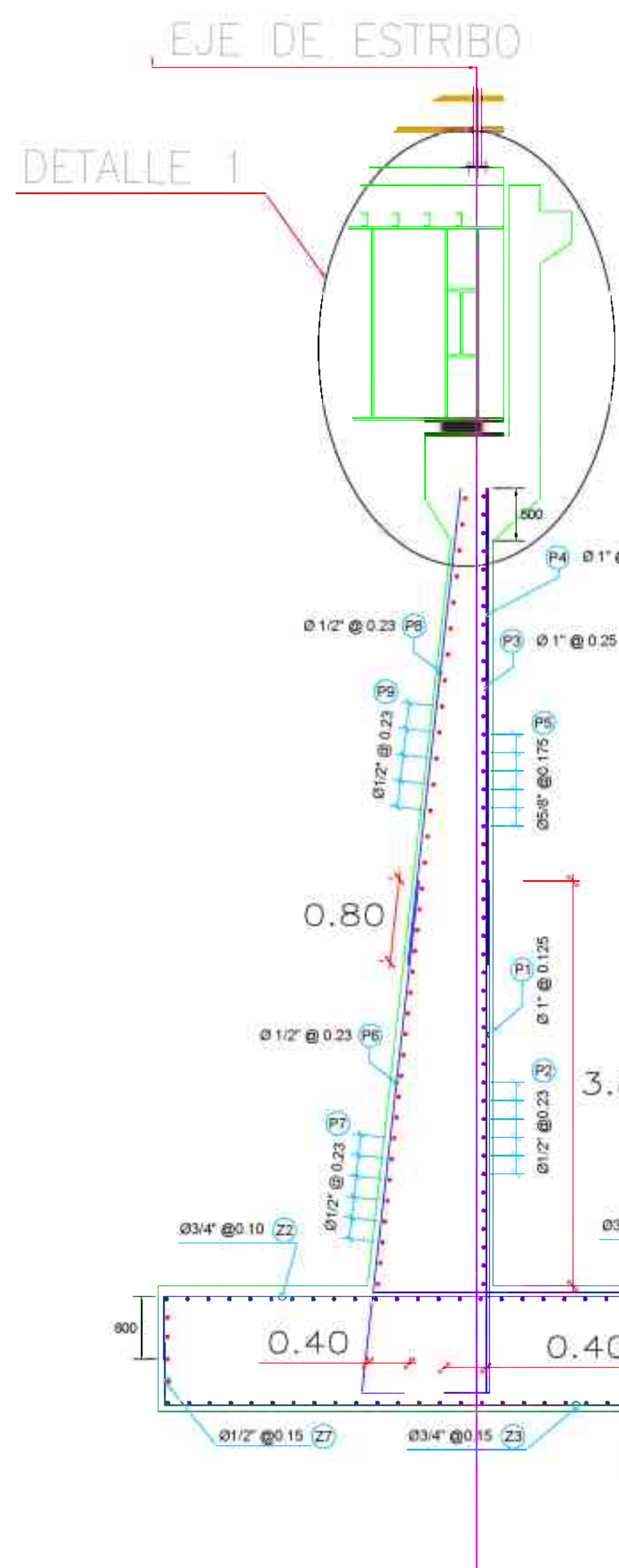
CURSO : SEMINARIO DE TESIS II	CICLO: X	DOCENTE: TAFUR JIMENEZ, CARLOS RAFAEL
ALUMNO: NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	PLANO : DETALLE DE REFUERZO DE ESTRIBO	PLANO :
PROYECTO: ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO	GRUPO : A	E-02
	FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018	
	ESCALA : 1/50	





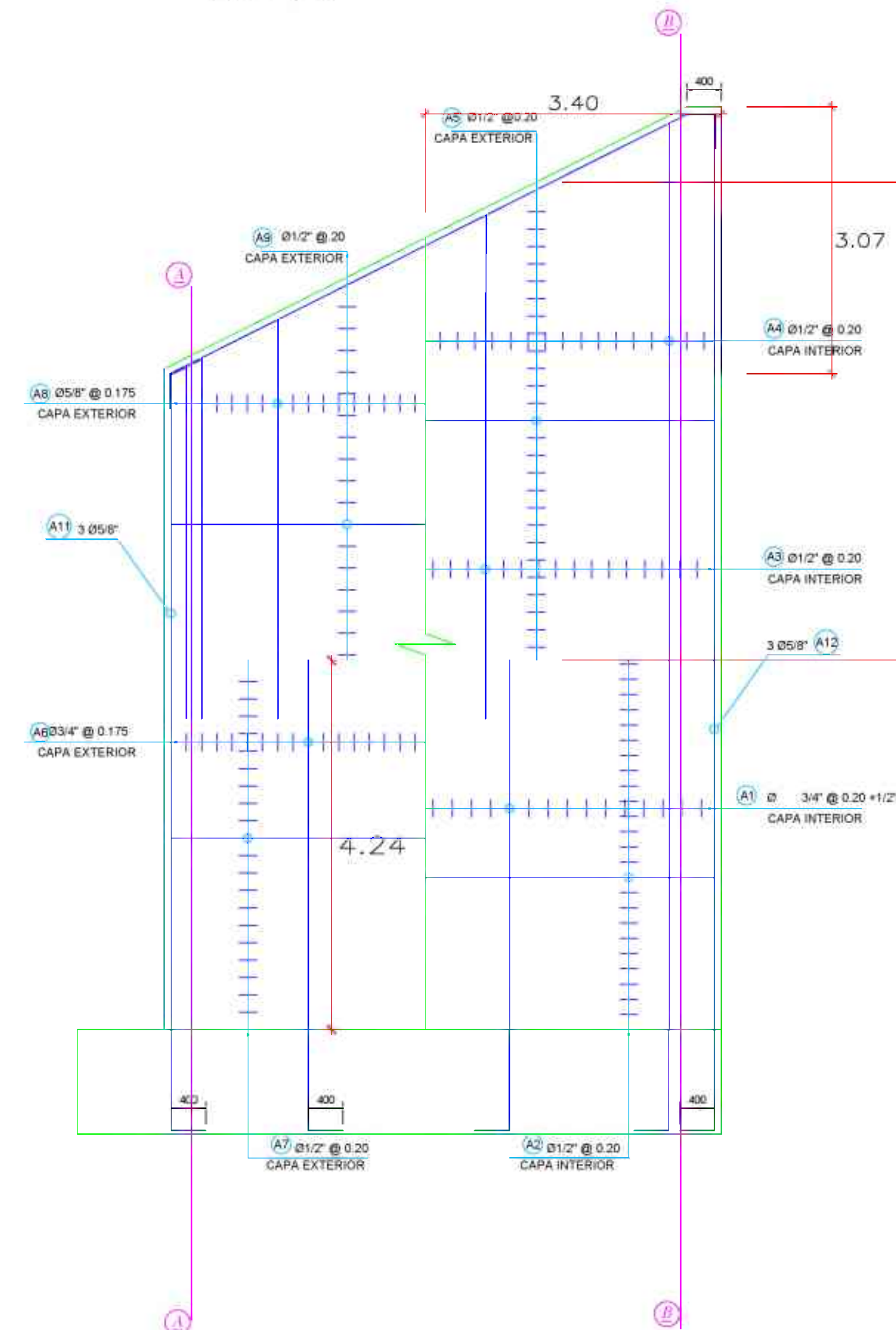
**REFUERZO EN CIMENTACION DE ESTRIBO**  
**VISTA EN PLANTA**

ESC : 1/75



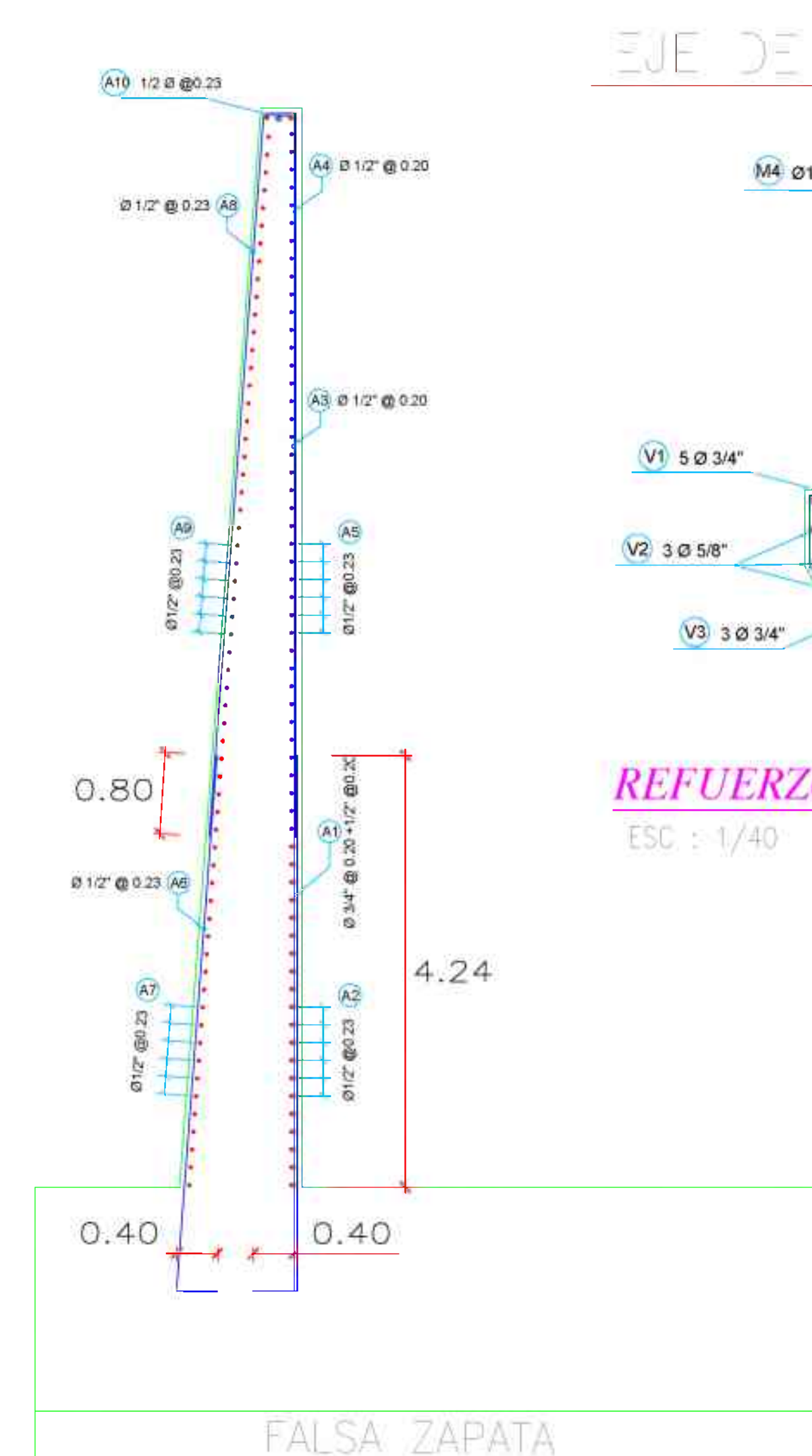
**REFUERZO EN SECCION X - X**

ESC : 1/50



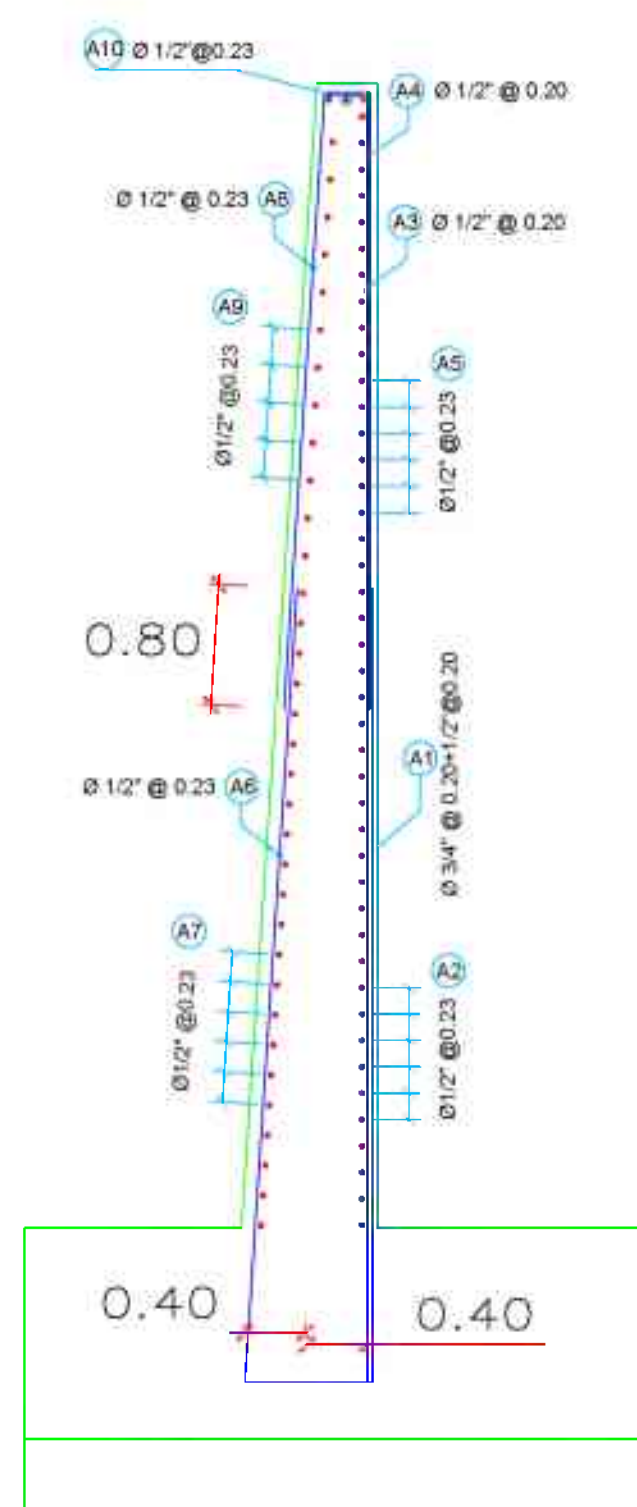
**REFUERZO EN ALERO LATERAL TÍPICO**

ESC : 1/50



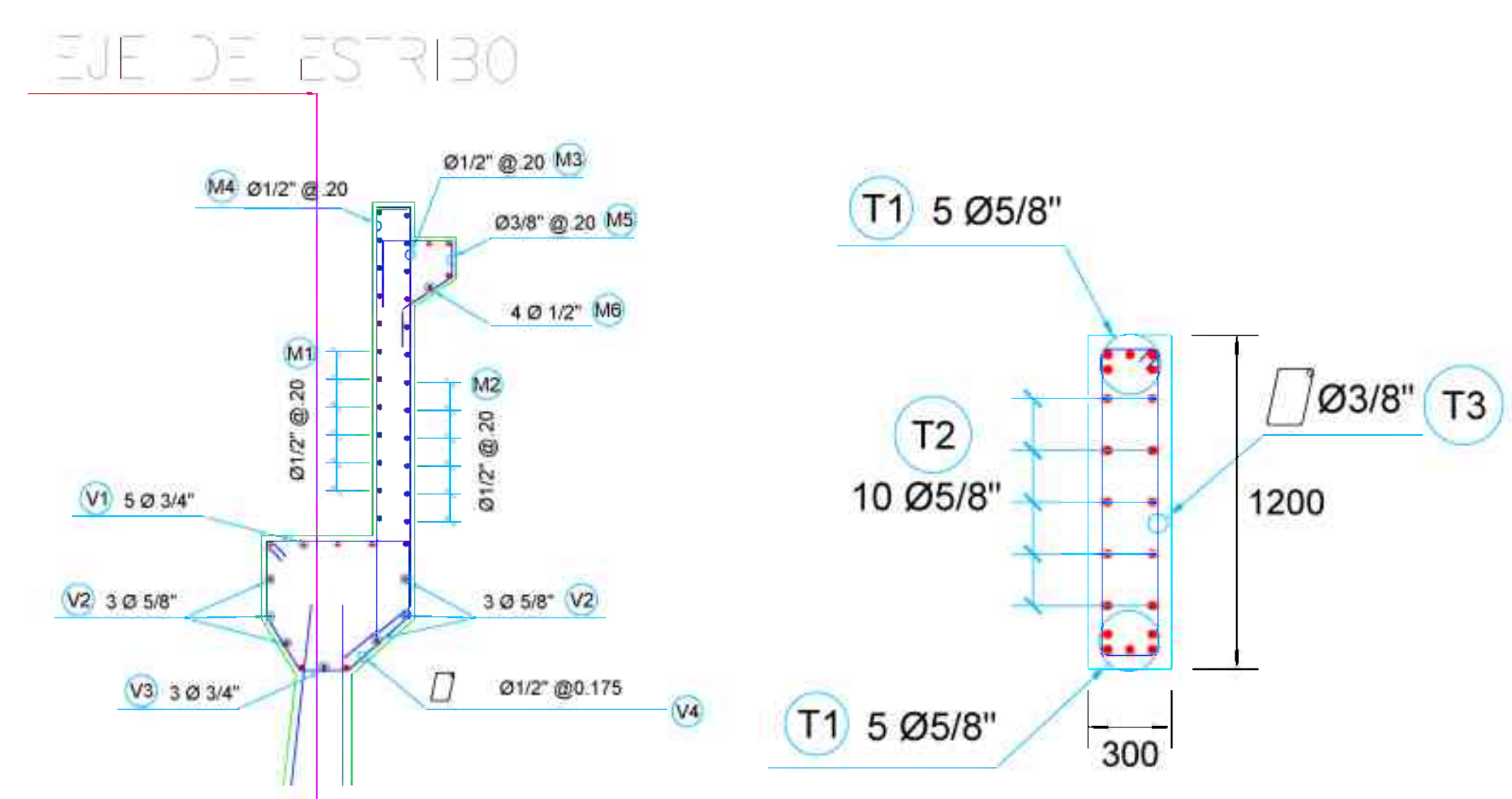
**DETALLE EN SECCION A-A**

ESC : 1/50



**DETALLE EN SECCION B-B**

ESC : 1/50



**REFUERZO EN DETALLE 1**

ESC : 1/40

**REFUERZO EN SECCION Z-Z**

ESC : 1/20


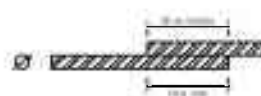
ESPECIFICACIONES TECNICAS	
ESPECIFICACIONES ASISTO PARA EL DISEÑO DE PUENTES POR EL METODO LIND - 2007	
CARGA VIVA DE DISEÑO HL - 93	
MATERIALES :	
F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	SUBESTRUCTURA:
	PAVILLAS ESTRIBO:
	VIGA CAJAL:
	ZAPATA ESTRIBO:
F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>	CEMENTO - PORTLAND TIPO I / INTEC - 34.008 ASTM 150
	AGREGADOS GRUESOS Y FINOS / INTEC - 400.037
	ACERO - F <sub>y</sub> 4200 kg/cm <sup>2</sup> / INTEC 341.031
	ALEROS:
RECUBRIMIENTOS :	
SUBESTRUCTURA	
PAVILLAS:	CAPA EXTERIOR 5.0 cm
	CAPA INTERIOR 4.0 cm
VIGA CAJAL:	CAPA SUPERIOR 4.0 cm
	CAPA INFERIOR 5.0 cm
ZAPATA:	CAPA SUPERIOR 7.5 cm
	CAPA INFERIOR 7.5 cm
ALEROS:	CAPA EXTERIOR 3.0 cm
	CAPA INTERIOR 4.0 cm

	LONGITUD DE EMPALME (cm)				LONGITUD DE GANCHO (cm)
Ø	ELEMENTOS EN COMPRESION		ELEMENTOS EN TRACCION		
	$f_c \geq 10$ kg/cm <sup>2</sup>	$f_c \geq 280$ kg/cm <sup>2</sup>	$f_c \geq 10$ kg/cm <sup>2</sup>	$f_c \geq 280$ kg/cm <sup>2</sup>	Long. (cm)
3/8"	30.00	25.00	60.00	50.00	15.00
1/2"	40.00	35.00	75.00	65.00	20.00
5/8"	50.00	45.00	95.00	80.00	20.00
3/4"	60.00	55.00	110.00	95.00	25.00
1"	80.00	70.00	185.00	160.00	30.00

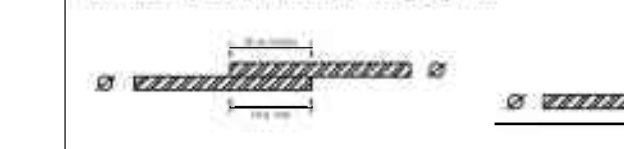
En los casos indicados más allá de los valores de  $f_c$  se debe considerar como mínimo la siguiente tabla:

Ø	Long. (cm)
3/8"	15.00
1/2"	20.00
5/8"	20.00
3/4"	25.00
1"	30.00

Se recomienda revisar los detalles correspondientes.

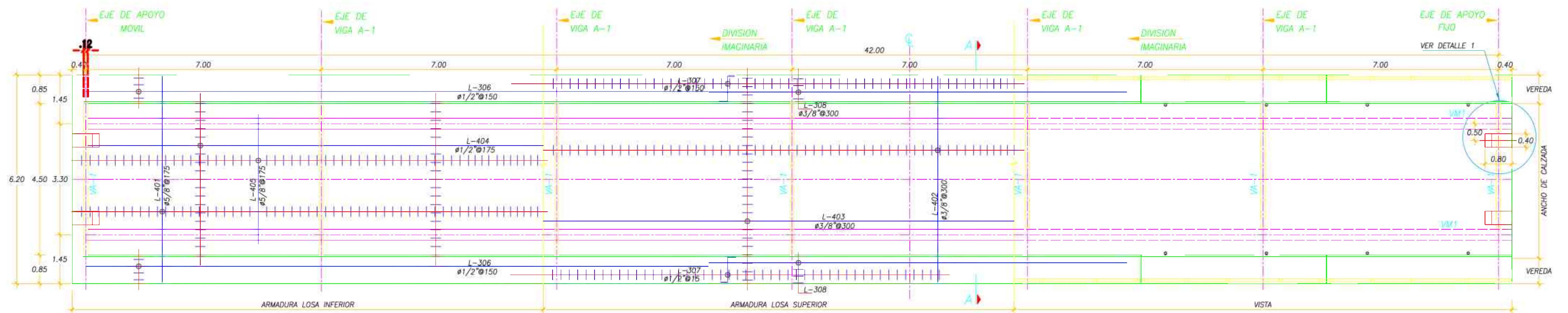


No se deberá emplear más del 50% del refuerzo de una rama en una rama de la sección transversal. Se recomienda revisar los detalles correspondientes.

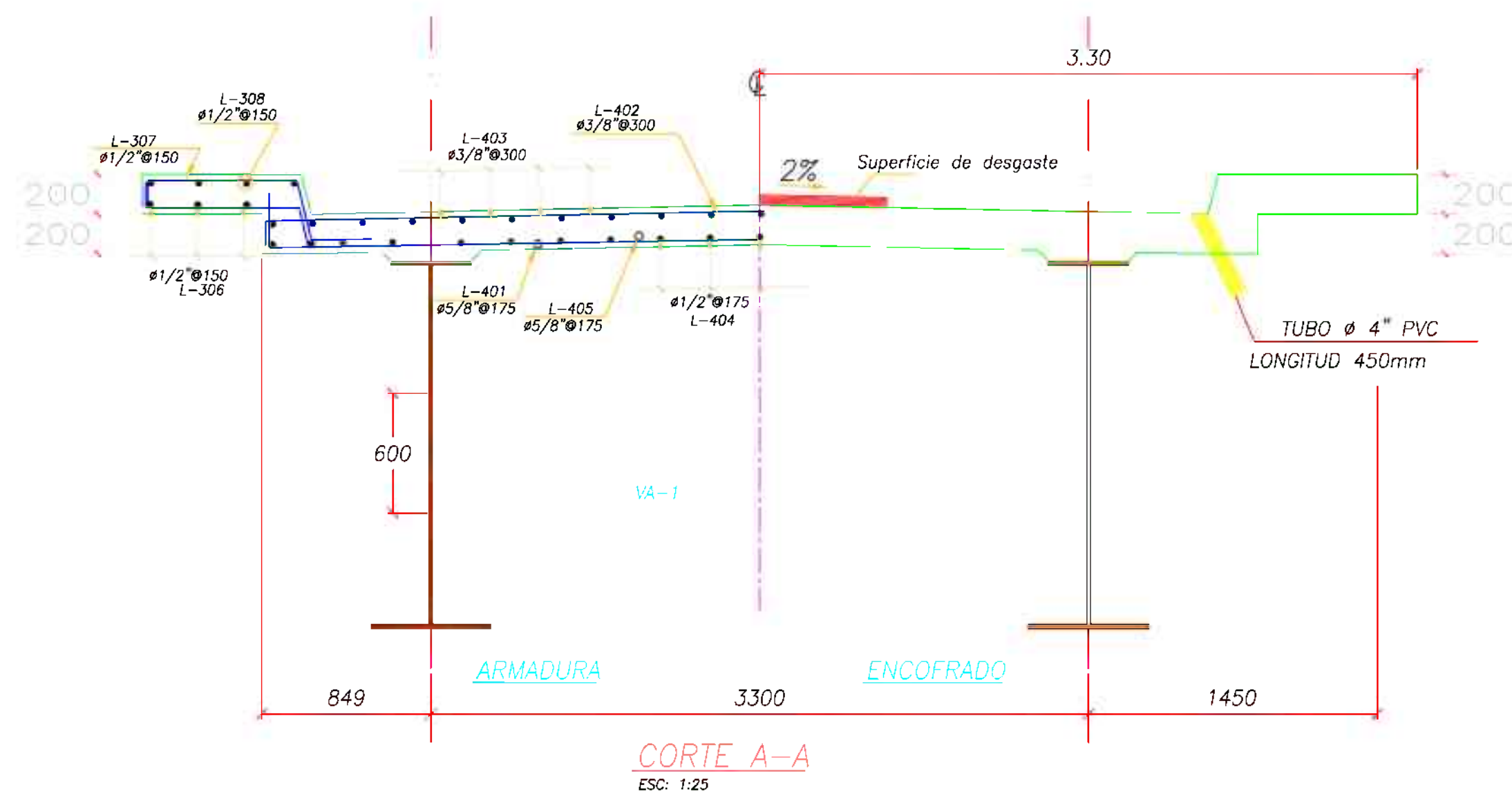


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL			
CURSO : SEMINARIO DE TESIS II	CICLO: X	DOCENTE: TAFUR JIMENEZ, CARLOS RAFAEL	
ALUMNO: NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	PLANO : DETALLE DE REFUERZO DE ESTRIBO		PLANO :
PROYECTO: ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO	GRUPO : A	<b>E-03</b>	
FECHA : MAYO DEL 2019	ESCALA : 1/50		

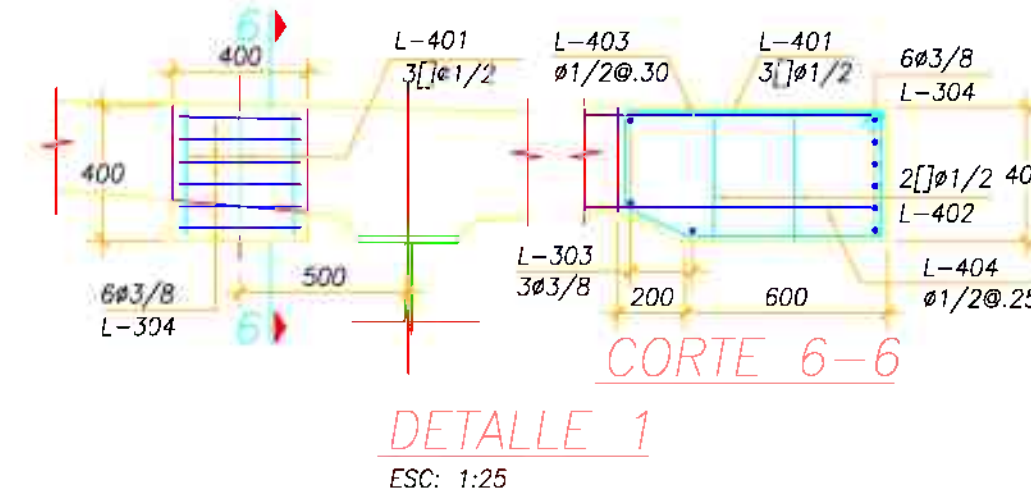




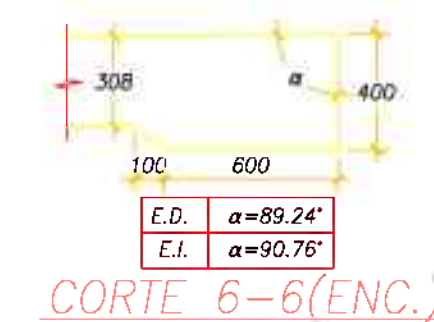
PLANTA  
ENCOFRADO Y UBICACION DE ARMADURA  
ESC: 1:50



CORTE A-A  
ESC: 1:25

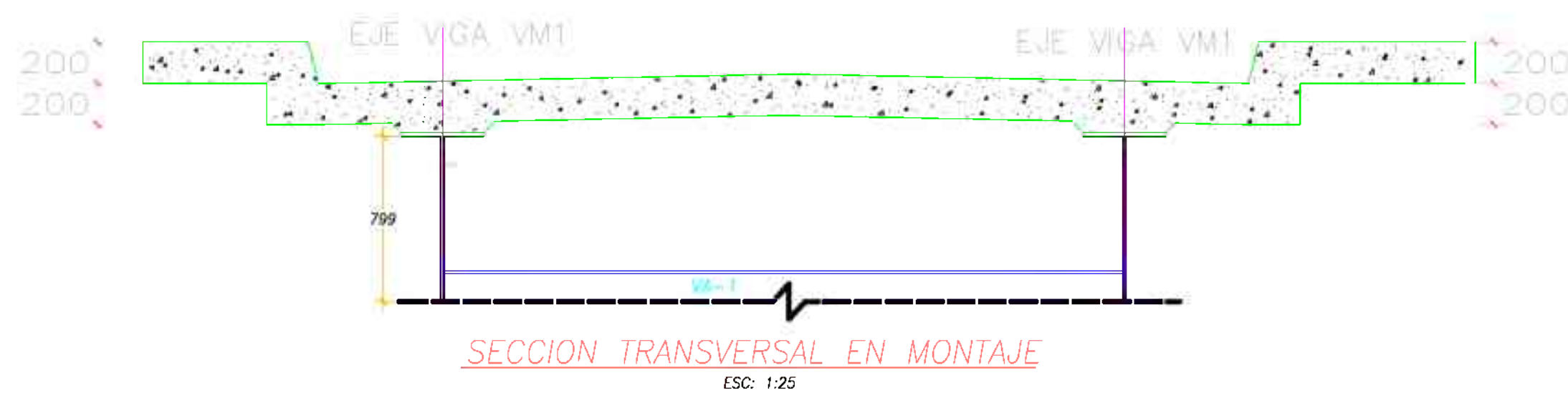


CORTE 6-6  
DETALLE 1  
ESC: 1:25

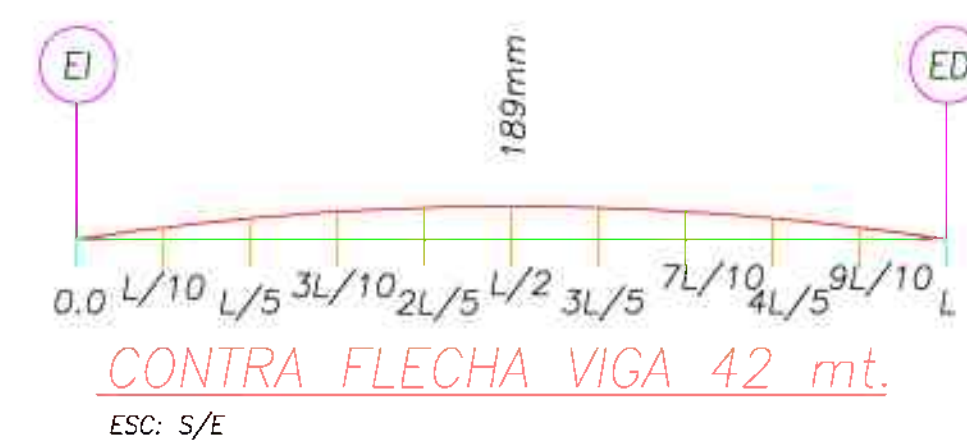


CORTE 6-6(ENC.)

- ESPECIFICACIONES TECNICAS:
- ACERO VIGAS METALICAS ASTM A709 M 250
  - SOLDADURA CODIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL DE LA AWS
  - CONCRETO LOSA  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$
  - ARMADURA REJESADO ASTM 615 GRADO 80
  - RECUBRIMIENTO ARMADURA LOSA
    - SUPERIOR=3 cm.
    - INTERIOR =4 cm.
  - S/C RL-93
- PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA DE ACERO = 39.95 Tn.
- NOTAS:
- 1.- LAS VIGAS METALICAS DEBERAN SER FABRICADAS CON LAS CONTRAFLECHAS INDICADA EN EL PLANO.
  - 2.- LAS VIGAS METALICAS DEBERAN LLEVAR DURANTE EL MONTEAJE EL AISLAMIENTO SUPERIOR INDICADO EN LOS PLANOS.
  - 3.- LAS VIGAS METALICAS DEBERAN SER APUNTALADAS DURANTE EL LLENADO DE LA LOSA DE CONCRETO, A LOS 1/3 DE LA LONGITUD DEL PUENTE DE 42m.
  - 4.- PARA LA SUPERFICIE DE DESGASTE SE PODRA USAR COMO ALTERNATIVA AL ASFALTO DE 50 mm DE ESPESOR, CONCRETO DE  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  DE 4 cm. DE ESPESOR.



SECCION TRANSVERSAL EN MONTAJE  
ESC: 1:25



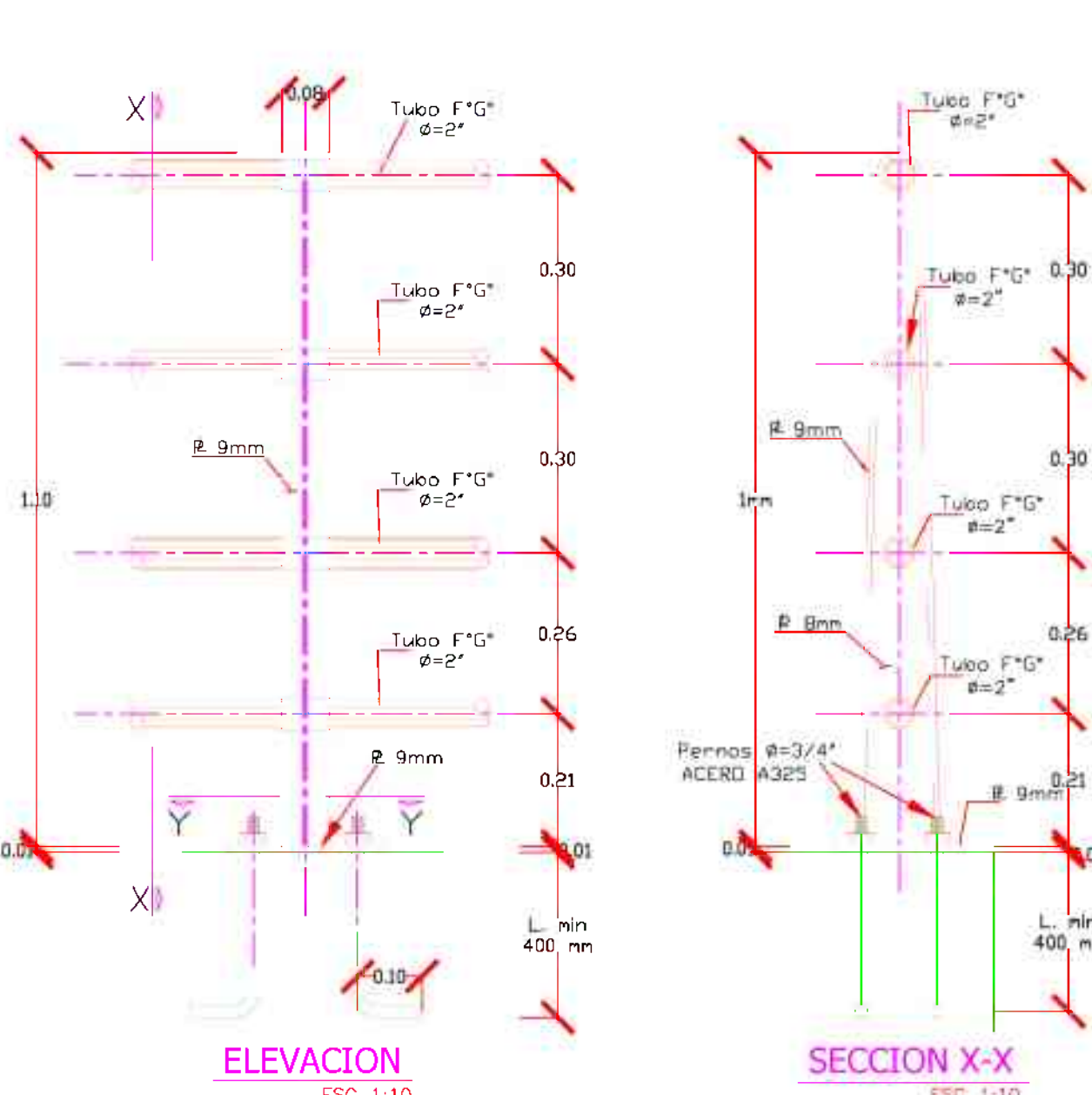
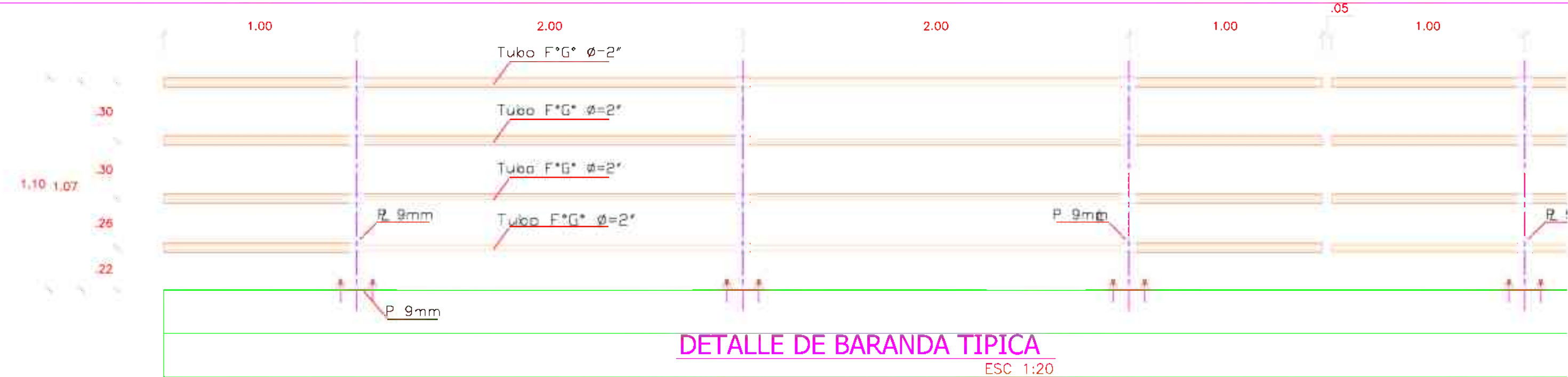
CONTRA FLECHA VIGA 42 mt.  
ESC: S/E

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA</b> <b>SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL		
CURSO : SEMINARIO DE TESIS II	CICLO: X	DOCENTE: TAFUR JIMENEZ, CARLOS RAFAEL
ALUMNO: NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	PLANO : DETALLE DE LOSA	PLANO : E-05
PROYECTO: ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO	GRUPO : A	FECHA : MAYO DEL 2019
	ESCALA : 1/50	

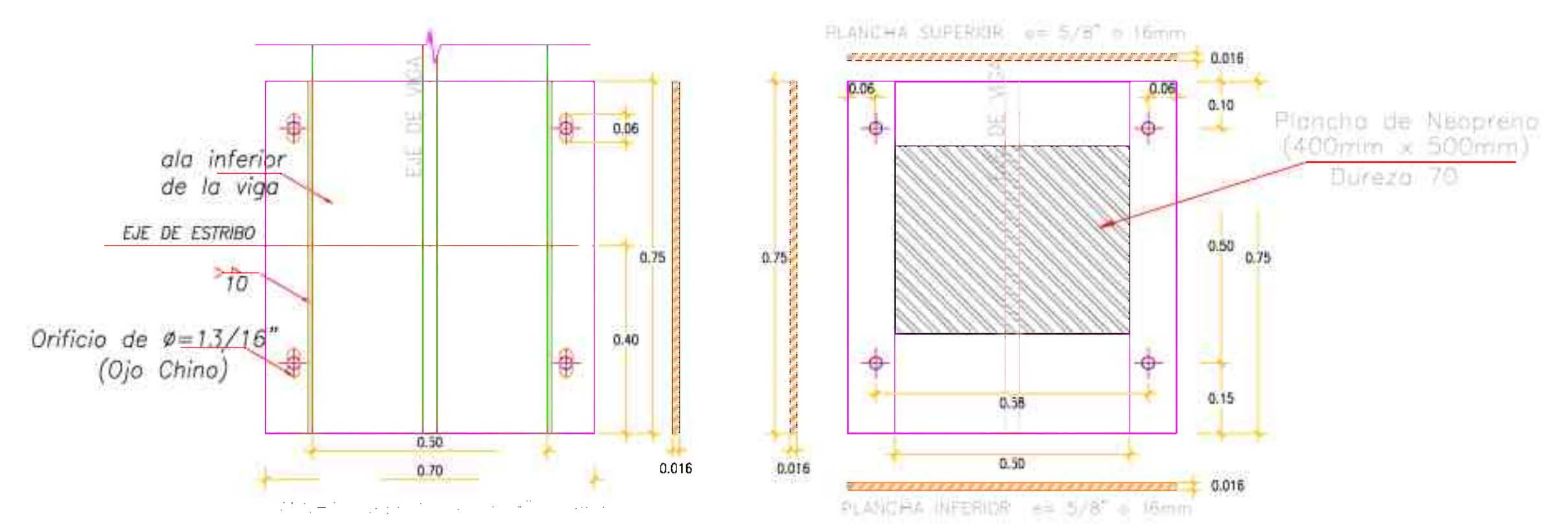
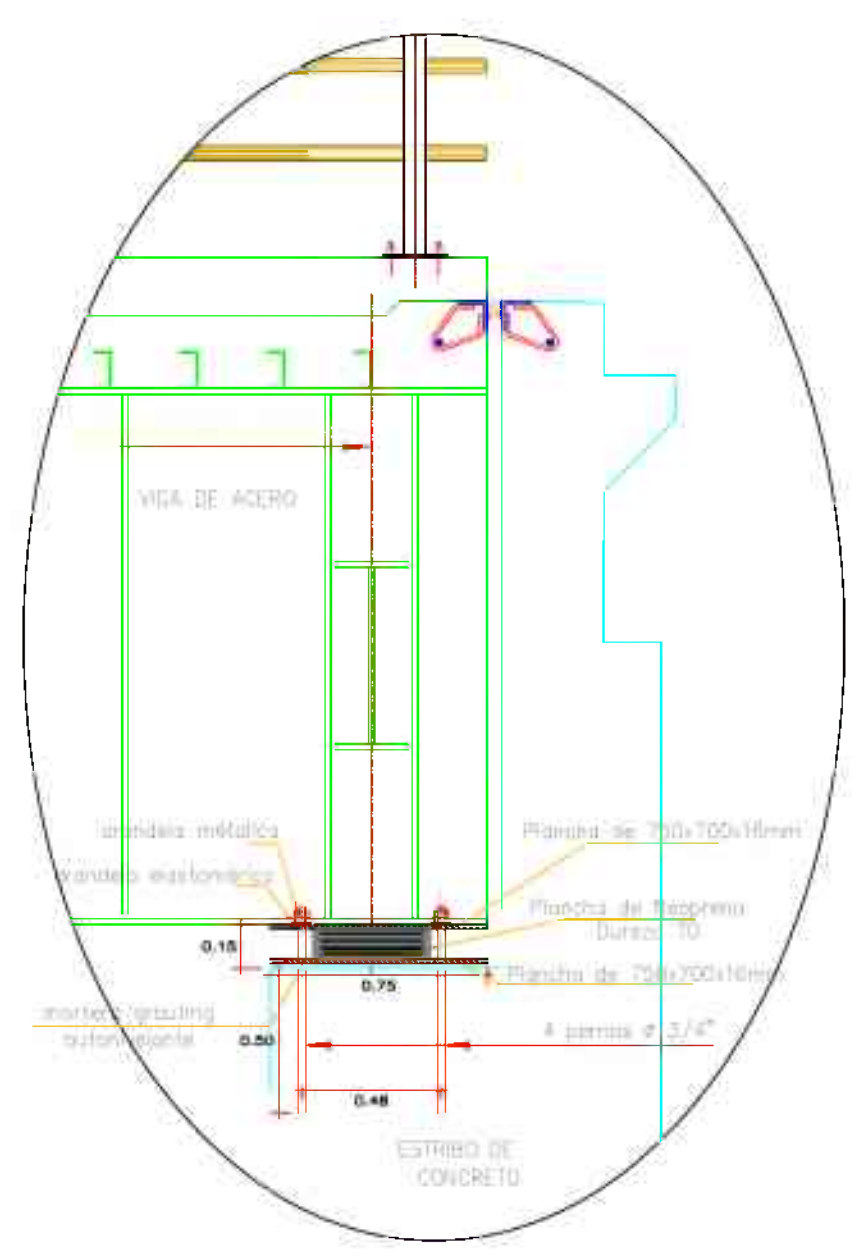
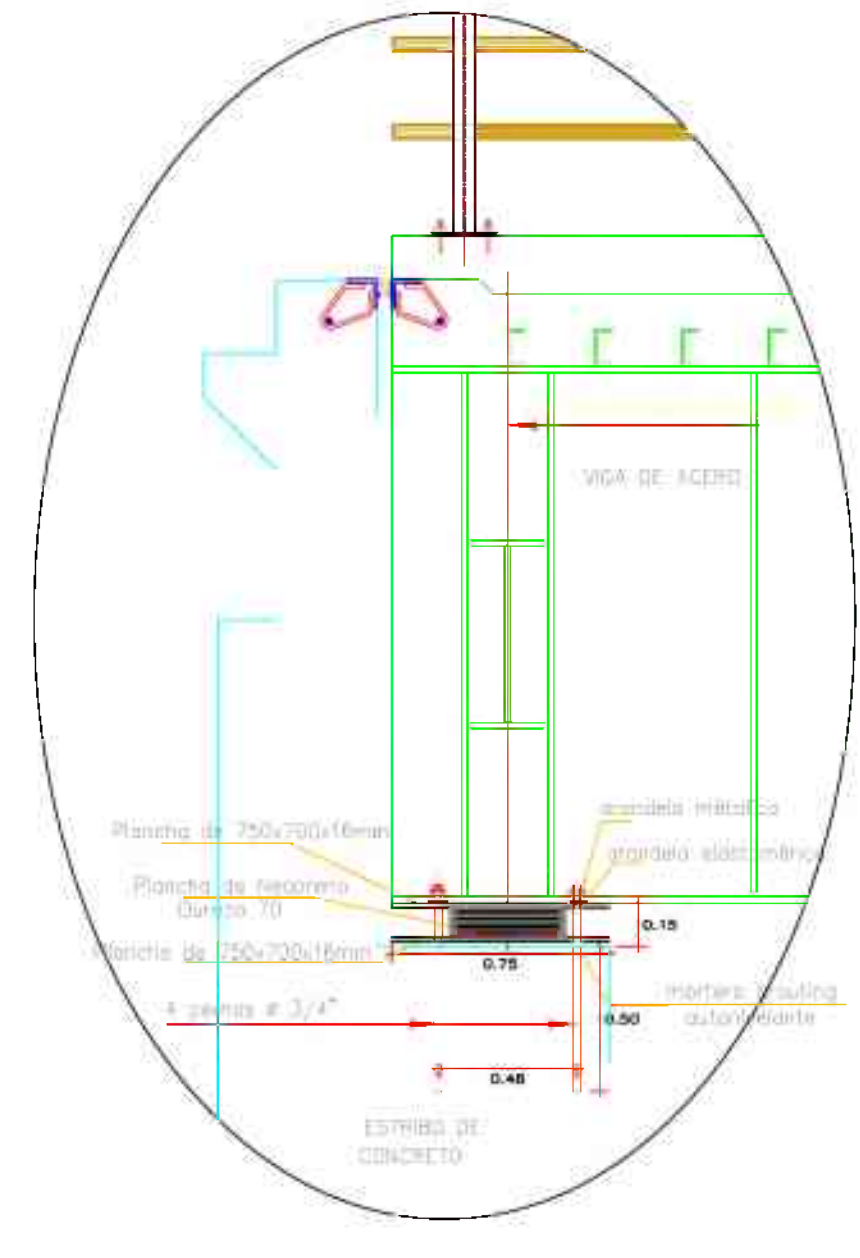




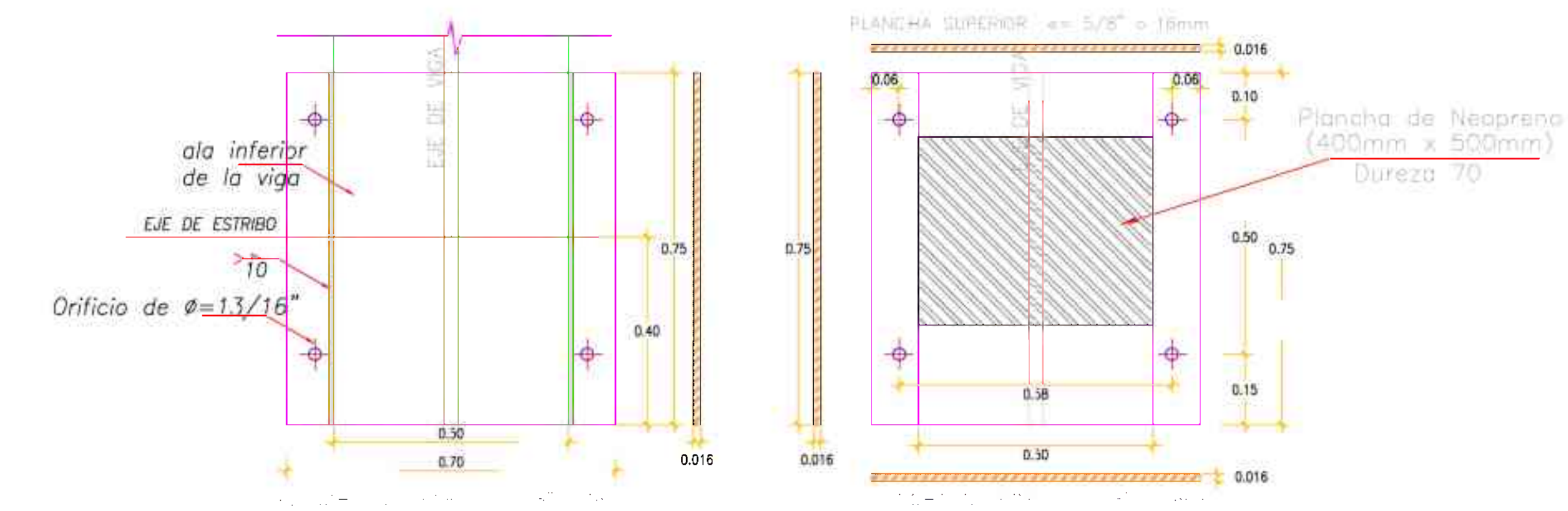




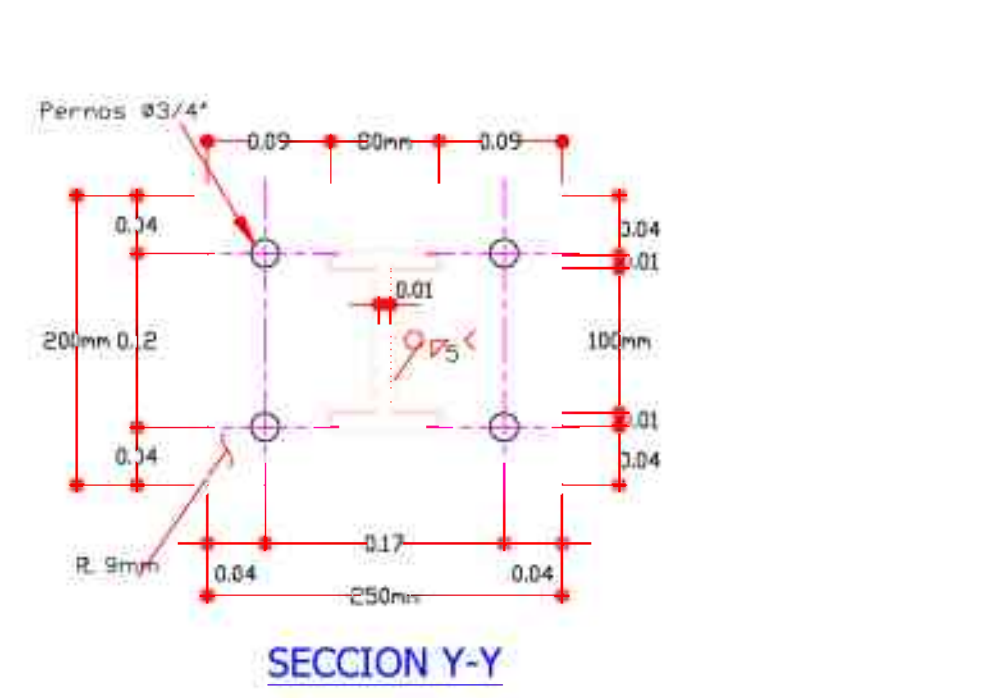
ACERO DE BARANDAS A-36



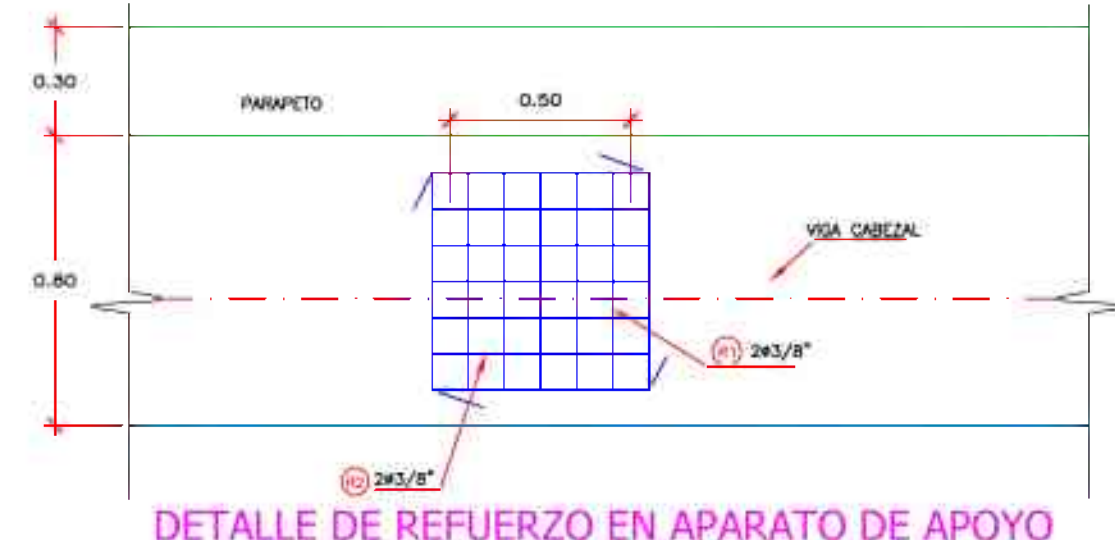
PLANCHA METALICA APOYO MOVIL



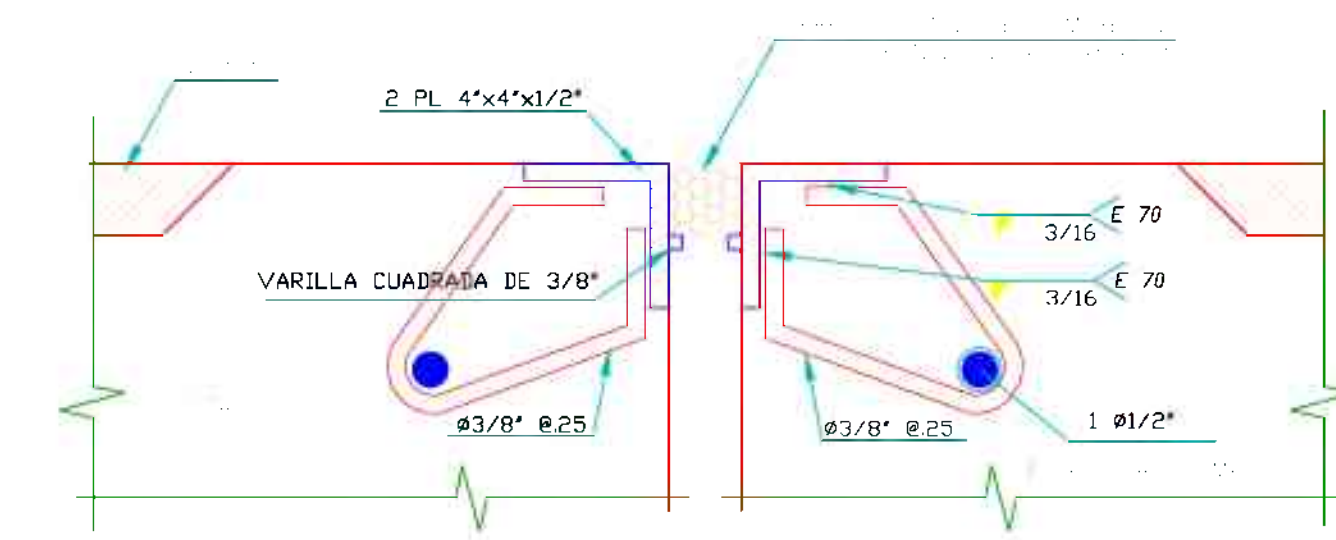
PLANCHA METALICA APOYO FIJO



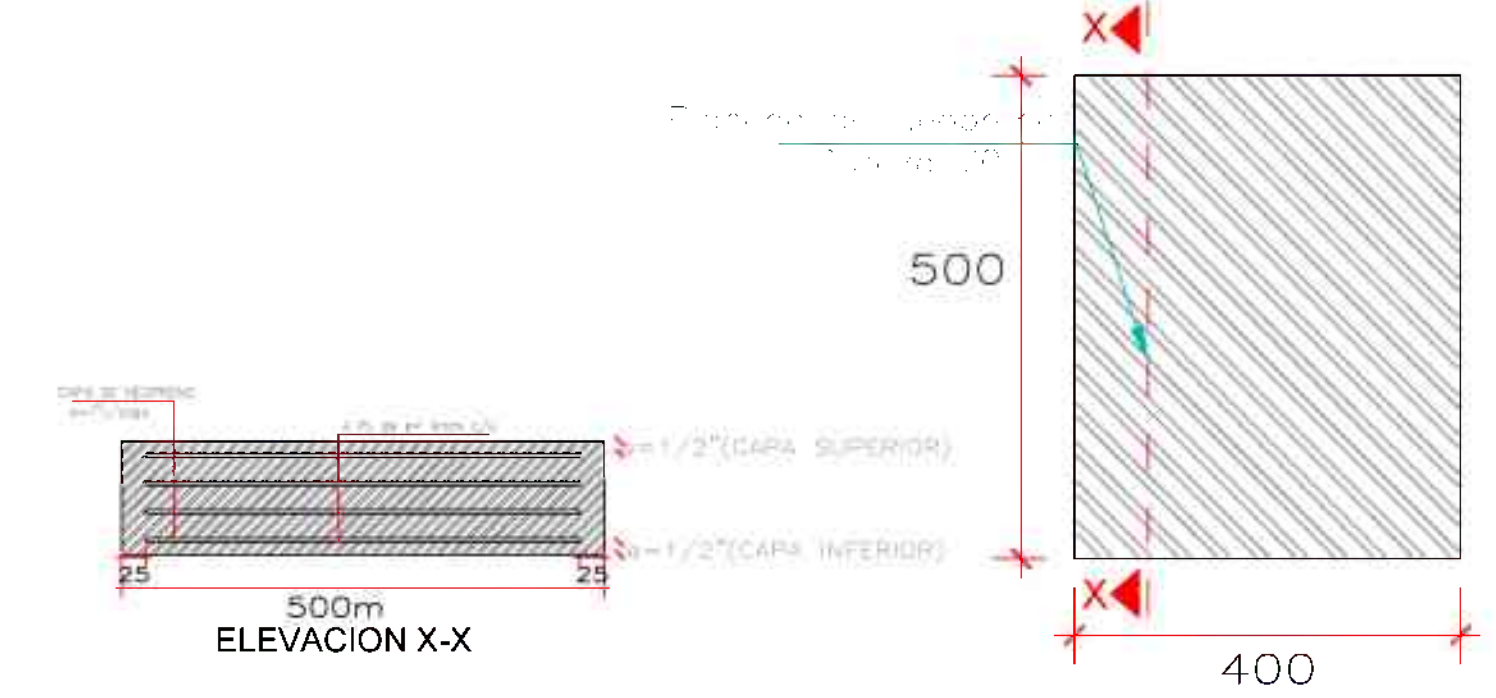
SECCION Y-Y



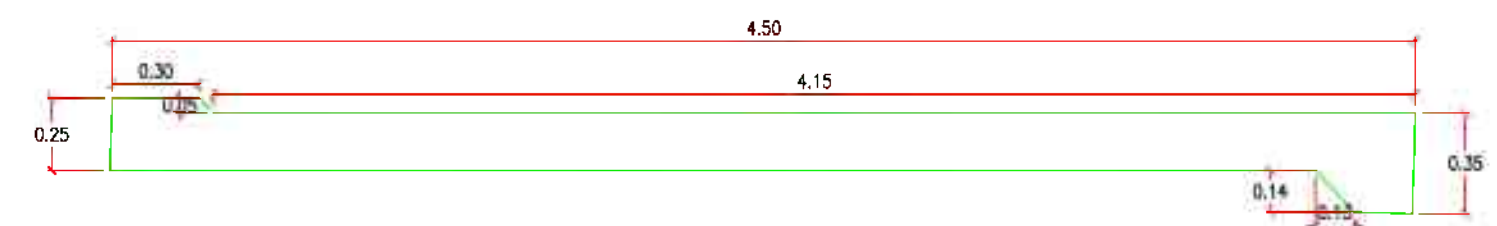
DETALLE DE REFUERZO EN APARATO DE APOYO



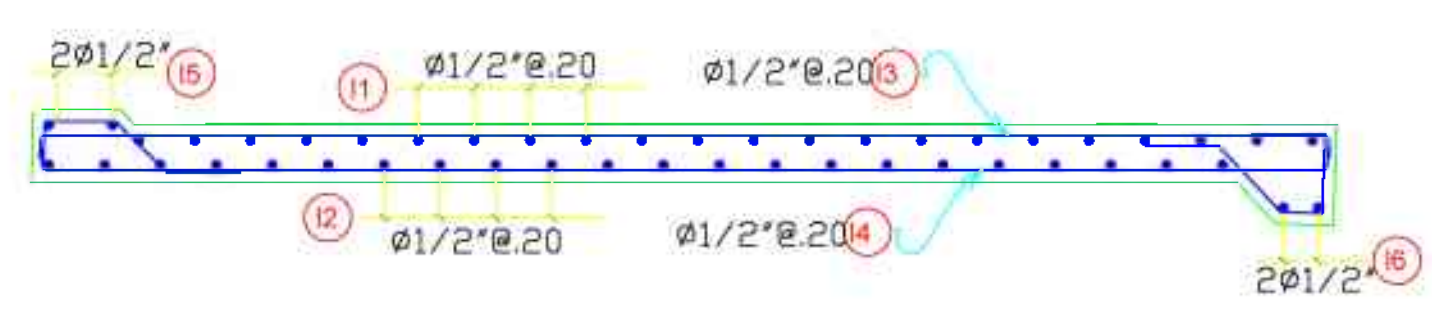
DETALLE DE JUNTA DE DILATACION



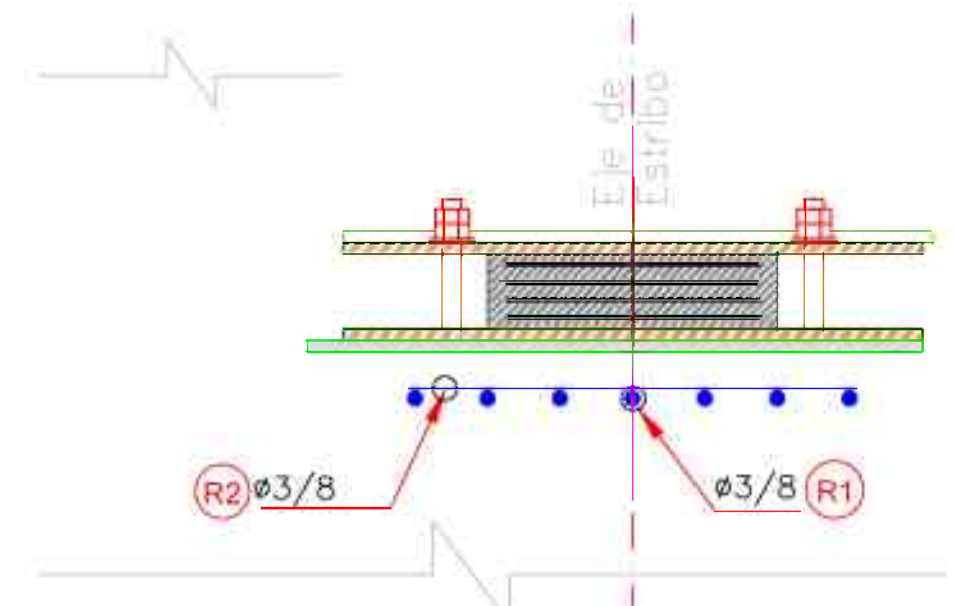
DETALLE APOYO DE NEOPRENO DUREZA - 70



DETALLE DE ENCOFRADO DE LOSA DE APROXIMACION



REFUERZO DE LOSA DE APROXIMACION



DETALLE DE REFUERZO EN APARATO DE APOYO

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES	
ESPECIFICACIONES ASHTO PARA EL DISEÑO DE PUENTES POR EL METODO LRFD - 2007	
CARGA VÍA DE DISEÑO: HL-93	
MATERIALES	
SUPERESTRUCTURA	CEMENTO : PORTLAND TIPO I FINTEC - 324.009 ASTM 150
LOSA DE APROXIMACION	ARMADOS ORIZONTALES Y FINOS FINTEC - 400.037
	ACERO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ASTM A 615 G-80 / FINTEC 341.037
RECUBRIMIENTOS:	
SUPERESTRUCTURA	
LOSA:	CAPA SUPERIOR: 4.0 cm CAPA INTERIOR: 3.0 cm



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

SEMINARIO DE TESIS II	X	TAFUR JIMENEZ, CARLOS RAFAEL
NEISSER ERIC VÁSQUEZ LIMO	DETALLES DE BARANDA Y APOYO	
ELABORACION DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL RIO PALO BLANCO		

E-07